Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Spektrum DER WISSENSCHAFT

ASTRONOMIE HEUTE

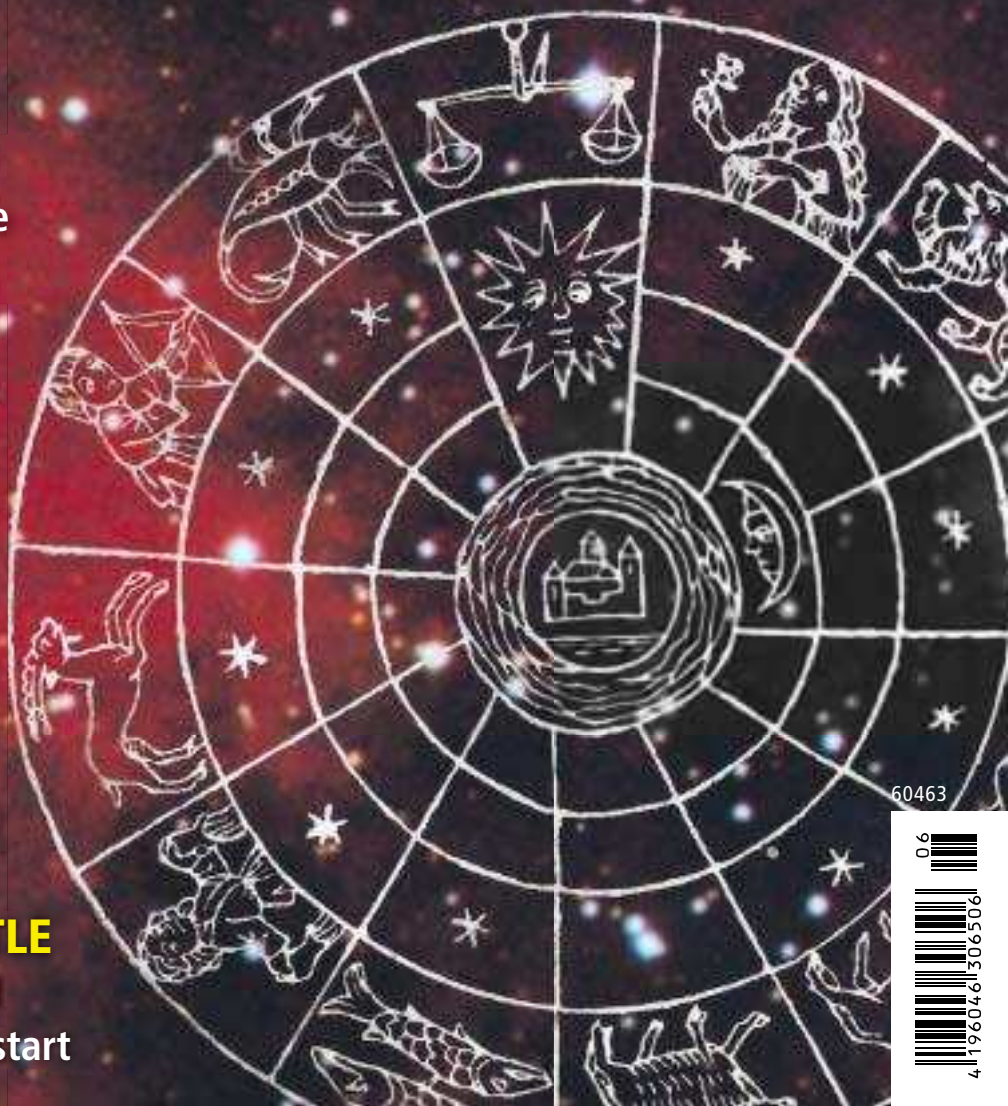
SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

Juni 6 / 2005
€ 6,50 / sFr 12,50

STREITFALL ASTROLOGIE

Warum sich Astronomen und Sterndeuter unversöhnlich gegenüberstehen



KOSMISCHE TIEFE
Wie Forscher die Abstände im All ausloten

SONNENSPIELE
Wie Regenbögen und Halos entstehen

SPACESHUTTLE
Mit Kleber und Kelle zum Neustart

60463

06

4 196046 306506

Reinhard Breuer
Chefredakteur

Trügerische Botschaften des Himmels

Ich kenne keinen Wissenschaftler, der die Astrologie ernst nimmt. Auch in der Redaktion von »Astronomie Heute« bin ich, kaum überraschend, bis heute auf keinen Verfechter der Sterndeutung gestoßen. Umso erstaunlicher ist, dass laut Untersuchungen gut vierzig Prozent der deutschen Bevölkerung »die reale Existenz astrologischer Zusammenhänge für wahrscheinlich« halten. Das zitiert Edgar Wunder, seines Zeichens Soziologe, der sich in unserer Titelgeschichte wissenschaftlich mit Hintergründen des Astrologieglaubens auseinander setzt (S. 22).

Verblüffend ist die Verbreitung dieses Glaubens insofern, als in unserer hochtechnisierten Zivilisation jeden Tag Millionen von Menschen Handlungen ausführen, die auf moderner Naturwissenschaft beruhen. Sie steigen in Autos, schalten Lampen und Computer ein, sehen fern, hören Musik per iPod, versenden E-Mails, benutzen Mobiltelefone und beobachten Raketenstarts. Gelegentlich besuchen sie sogar Planetarien und hören dort von Quasaren und Schwarzen Löchern. Offensichtlich hält sie das aber nicht davon ab, sich an astrologischen Aussagen zu orientieren.

Wie es um die Wissenschaftlichkeit von Horoskopen und ähnlichen Weltdeutungen bestellt ist, haben zahlreiche Versuche längst gezeigt. Faszinierend scheint mir aber doch die »Einbettungsfrage« zu sein – wie viele Menschen es offenbar problemlos schaffen, sich der Astronomie (als moderner Naturwissenschaft) und zugleich der Astrologie zu verschreiben. Unser Autor Edgar Wunder ist auch dieser Frage nachgegangen und kommt zu aufschlussreichen Ergebnissen.

Doch das Thema erscheint mir nicht nur von soziologischem Interesse. Vor allem amerikanische Forscher befürchten den zunehmenden Einzug wissenschaftsfeindlicher Vorstellungen in den Schulunterricht. Da klagt etwa der Chefredakteur des renommierten Wissenschaftsmagazins »Science«, Donald Kennedy, dass in den Highschools einiger Bundesstaaten der USA neben der Evolutionstheorie auch der so genannte Kreationismus sowie »Intelligentes Design« gelehrt wird, beides Varianten biblischer Schöpfungsberichte – als handele es sich dabei um legitime Alternativen zur Wissenschaft (»Science« 8.4.2005, S. 165). Durch solche Irrlehren, das sollte allen Beteiligten klar sein, wird viel geopfert: die wissenschaftliche Bestimmung des Erdalters etwa, die Evolutionstheorie, die Gesetze der Schwerkraft, das Prinzip der Energieerhaltung.

In Deutschland sind Kreationisten bisher nicht auf besonderen Widerhall gestoßen. Wir haben unsere eigenen Vorlieben – etwa die Astrologie. Um einen Test auf meine Gemütsverfassung zu machen, bin ich gerade ins Internet gegangen und ließ mir – als Input genügen Geburtstag und Geburtsstunde – mein »persönliches Tageshoroskop« erstellen. Darin wird mir »extreme Ruhelosigkeit« attestiert, von der ich allerdings noch gar nichts bemerkt hatte. Doch mein Horoskop weiß einen Rat, den ich gerne beherzige: »Viel klüger wäre es, in aller Ruhe zu entscheiden, welche Elemente in Ihrem Leben funktionieren und welche nicht, um dann die Letzteren bewusst auszusortieren.«

ANZEIGE

INHALT

▶ **Astro News** 8
Asteroidengürtel um ferne Sonne, neuer Nasa-Direktor will Hubble retten, Shuttleflotte vor dem Neustart u. a.

▶ **Sinfonie des Sonnenlichts** 16
Wie entsteht ein Regenbogen? Was ist eine Nebensonne? Wo suchen Sie einen Halo? Wir zeigen Ihnen Phänomene am Taghimmel

▶ **Astrologie** 22
Was steckt hinter der Sterndeutung?

▶ **Entfernungsleiter** 30
Distanzen lassen sich im Weltall nur schwer bestimmen. Astronomen gehen Schritt für Schritt vor, wie auf den Sprossen einer Leiter

SKYLINE

Nahaufnahme 36
Jupiter, der König der Planeten, regiert den Abendhimmel

Planetarium 40
Mond, Sonne und Planeten im Juni

Sterntafel 42
Der Nachthimmel in der Übersicht

Deep Sky 44
Folgen Sie der Deichsel des Großen Wagens

Feldstechertipp 47
Der große M 13 im Herkules

Schauplatz Mond 48
Die Geschichte des größten lunaren Einschlagbeckens gibt den Forschern noch Rätsel auf

SZENE

Unterwegs 50
Der DLR-Standort Oberpfaffenhofen ist mehr als nur das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum

Porträt 54
Für Chandra Wickramasinghe kam das Leben aus dem All

Vor Ort 56
In Bremen geht das Weltraumexperiment Cebas auf Tour

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▶ gekennzeichnet

Unendliche Weiten 30

Mit welchen Methoden lassen sich die Entfernungen im All bestimmen, beispielsweise zum Überrest der Kepler-Supernova?

TITEL 22

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Humbug oder Lebenshilfe? Astronomie und Astrologie sind sich oft spinnefeind – auch wegen des ähnlichen Namens

Astronomie am Tag

Es müssen nicht immer Sterne sein. Auch ein sonnenbeschienener Himmel kann ein überwältigendes Schauspiel bieten

16

PEKKA PARVIAINEN

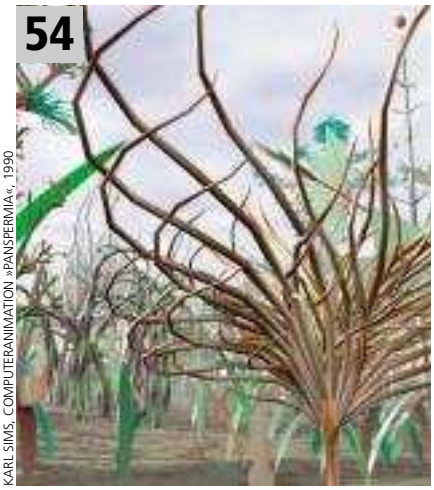
NIGHT SKY, C. M. UTTER

König der Planeten 36

Mit dem Feldstecher können Sie bereits vier seiner Monde erkennen. Mit einem Teleskop sehen Sie Details auf seiner Oberfläche – der Riesenplanet Jupiter im Fokus

NASA / ESA / JHU, RAVI SANKRIT UND WILLIAM P. BLAIR

54



KARL SIMS, COMPUTERANIMATION »PANSPERMIA«, 1990

Leben aus dem All?

Chandra Wickramasinghe verficht seit vielen Jahrzehnten die Panspermietheorie, nach der das Leben in Form von Sporen aus dem All kam. Das Planetarium Laupheim lud den berühmten Forscher zum Vortrag ein

UNIVERSITÄT HAMBURG

Schnecke im Orbit 56

Bremen und Bremerhaven präsentieren als »Stadt der Wissenschaft« ausgewählte Exponate. Darunter auch ein biologisches Experiment, das bereits im All war

Spektivtest 60

Sieben Kleinteleskope bekannter Markenfirmen haben wir für Sie im zweiten Teil unseres Tests einer harten Prüfung unterzogen

STEFAN SEIP

TIPPS&TOOLS

Testreport 60
Sieben Spektive im Test

Glanzlichter 68
Phänomene am Taghimmel und eine Jupiter-Kollektion

Einsteigerecke 72
Der Sucher kann eine große Hilfe sein – aber auch eine Plage

Bücher 76
Ein interaktives Set für Einsteiger, Wettervorhersage aus dem All

TV & Events 78
Von Astronauten, Sternwarten, dem Urknall, Ferienlagern u. a.

3 Editorial • 6 Leserbriefe / Leser fragen – Experten antworten • 79 Kleinanzeigen / Preisrätsel • 82 Vorschau / Impressum

Titelbild: Der mittelalterliche Holzschnitt nach dem Astrolabium des Honorius zeigt die Tierkreiszeichen der Astrologie (Vordergrund). Sterne und Deep-Sky-Objekte sind dagegen keine Glaubenssache (Hintergrund).
Hintergrund: Digitalvision / AH; Tierkreis: Corbis; Shuttle: Nasa

NASA

Der Schild von Opportunity diente zum Schutz der Marssonde vor Hitze, aber nicht zum Übermitteln von Informationen.

»Der« oder »das«?

»Weit übers Ziel hinaus« AH 3/2005, S. 12

Ich begrüße die klare und präzise Sprache Ihrer Zeitschrift, aber da ist es wieder: »das Schild«. »Der Schild« wurden von Rittern als Schutz gebraucht. »Das Schild« klebt man irgendwo drauf. Dient ein Hitzeschild jetzt zum »Schutz« oder zur »Information« oder dergleichen? Sie können sich trösten, der Fehler ist sehr verbreitet.

Joachim Sensse, Osnabrück

Antwort der Redaktion:
Vielen Dank für den humorvollen Hinweis. Natürlich meinten wir »den Hitzeschild«. Er diente dazu, die Raumsonde beim Durchfliegen der Marsatmosphäre vor der durch Reibung entstehenden Hitze zu schützen.

Falls es aber doch Leben auf dem Mars geben sollte, wäre eine zusätzliche Verwendung derartiger Schilde künftiger Sonden mit Sicherheit auch als Informationsträger interessant.

Medaille verliehen

Die Redaktion gratuliert Rudolf Kippenhahn zur Verleihung der Eddington-Medaille. Die Royal Astronomical Society in London würdigte damit seine Verdienste um die theoretische Astrophysik und sein Lebenswerk. Der Astrophysiker, Buchautor und AH-Autor befasste sich vorwiegend mit der inneren Struktur und der Entwicklung von Sternen.

Unscharfe Bilder

Der Autofokus meiner Digitalkamera hat Probleme mit der Schärfe. Der manuelle Fokus ist nicht zu gebrauchen, da man auf dem kleinen Bildschirm das Objekt nicht richtig erkennt. Erst am PC sieht man, dass die Bilder unscharf sind. Was kann ich dagegen tun?

Jörg Goldhofer, Holzkirchen

Antwort von Stefan Seip, Astrofotograf aus Stuttgart:
Richten Sie Ihr Fernrohr auf ein helles, flächiges, sehr weit entferntes Objekt (im Idealfall der Mond) aus und verwenden Sie den Autofokus. Schalten Sie diesen nach der Fokussierung ab und schwenken Sie dann auf das eigentliche Motiv.
Lesen Sie die Bilder noch am Fernrohr mit einem PC oder Laptop aus und analysieren Sie diese. Verändern Sie die Schärfe so lange iterativ, bis sie einen Maximalwert erreichen. Wenn bei Ihrer Kamera die Bildschirmlupe im TIF-Modus nicht funktioniert, dann verwenden Sie so lange den JPG-Modus und die Lupe, bis der exakte Schärfepunkt gefunden ist Schalten Sie erst danach wieder in den TIF-Modus zurück.

Verwenden Sie eine Abdeckung vor dem Objektiv, in die zwei Löcher geschnitten sind. Diese kann die Erkennbarkeit des besten Schärfepunktes auf Ihrem Kamera-Kontrollmonitor verbessern. Bei unscharfer Einstellung zeigt sich an Sternen ein Doppelbild. Am exakten Fokuspunkt verschmelzen diese beiden Bilder zu einem.

Briefe an die Redaktion …

… sind willkommen!

Schreiben Sie an:
ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

Weißes Loch als Geburtshelfer?

Wäre es möglich, dass beim Urknall ein vorhergegangenes Universum in sich zusammenstürzte und dessen Energie durch ein »superweißes Loch« herauskam und sich dann unser Universum hieraus gebildet hat?

Rüdiger Rode, per E-Mail

Antwort der Redaktion:
Derartige Hypothesen sind sehr spekulativ und lassen sich weder beweisen noch widerlegen. Die meisten Astrophysiker winken daher lächelnd ab, wenn man sie um eine Antwort bittet. Nur eine Theorie, die das Universum auch im Urknall vollständig beschreibt, könnte Klarheit bringen. Aber eine solche ist derzeit nicht in Sicht.

Widersprüchliche Angaben

Ich finde es verwunderlich, dass die Entfernungen für »nähere« Sternen in der Literatur so dramatisch streuen. Für Beteigeuze schwanken die Angaben nicht unerheblich zwischen 310 und 650 Lichtjahren. Sind die Unsicherheiten bei der Entfernungsmessung noch so groß? Sind die Daten des Satelliten Hipparcos nicht maßgebend? Wie kommt der Liebhaber an diese Daten heran?

Peter Runge, Glücksburg

Antwort der Redaktion:
Die unterschiedlichen Angaben kommen wohl daher, dass die Distanzen mit Hilfe verschiedener Methoden bestimmt wurden. Die von Hipparcos gemessene Entfernung für Beteigeuze von 427 plus minus 92 Lichtjahren sollte die Verlässlichste sein. Sie finden den Hipparcos-Katalog im Internet über http://cdsweb.u-strasbg.fr/hipparcos.html.

»Leser fragen – Experten antworten«

Die rechte Seite der von Albert Einstein aufgestellten Gleichung $E = mc^2$ kann man sich einigermaßen bildlich vorstellen. Aber wie sieht die linke Seite, die Energie E, aus?
Gerd Höglinger, Rosenheim

Die in der Physik verwendete Größe »Energie« gibt an, wie viel »Arbeit« in einem physikalischen System steckt beziehungsweise wie viel Arbeit ein derartiges System verrichten kann. Die Physiker unterscheiden verschiedene Formen von Energie, zum Beispiel die kinetische oder Bewegungsenergie, die potenzielle oder Lageenergie, die elektrische und die chemische Energie. Alle Energieformen können ineinander umgewandelt, aber niemals aus dem Nichts erzeugt werden.

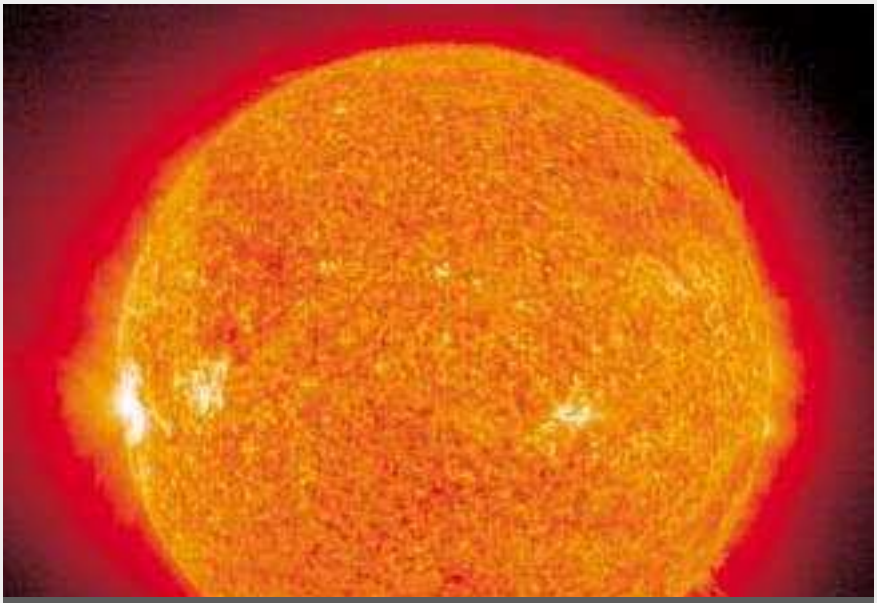
So transformiert ein Fahrraddynamo die beim Treten der Pedale zum Tragen kommende kinetische in elektrische Energie. Für das Treten wiederum benötigt der menschliche Körper die in der Nahrung gespeicherte chemische Energie (die Kalorie ist auch eine Energieeinheit).

Die potenzielle Energie ist »gespeicherte Arbeit«, die gegenüber einer Kraft ausgeführt wurde. Hebt man eine Tasse vom Boden auf, erhöht man ihre potenzielle Energie bezüglich der Anziehungskraft der Erde, da man Arbeit verrichten musste. Fällt die Tasse hinunter, wird ihre potenzielle Energie wieder in kinetische Energie umgewandelt. Ähnliches gilt für das Spannen und Entspannen einer Feder. Nach einem Sonnenbrand spürt man eine weitere Energieform, die Strahlungsenergie der Sonne. Auch Licht beziehungsweise elektromagnetische Strahlung transportiert Energie.

Albert Einstein zeigte, dass mit jeder Energie auch eine Masse verbunden ist und umgekehrt. Dies macht sich die Sonne zu Nutze, indem sie Wasserstoff zu Helium verschmilzt. Das Endprodukt wiegt dabei weniger als die Anfangsprodukte. Die Massendifferenz entspricht der frei werdenden Energie, die als Licht abgestrahlt wird.

>> Matthias Stute

Der Autor ist theoretischer Astrophysiker und arbeitet an der Landessternwarte Heidelberg.



NASA, SOHO

Die Strahlungsenergie der Sonne ist deutlich als Sonnenbrand erfahrbar.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um kompetente Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

ANZEIGE

STERNSYSTEME

Heißer Asteroidengürtel um sonnenähnlichen Stern

Mit dem Spitzer-Infrarot-Weltraumteleskop haben amerikanische Astronomen eine ganze Reihe sonnennaher Sterne untersucht. Bei einem, dem 41 Lichtjahre entfernten HD 69830 im Sternbild Achterdeck (»Puppis«, etwa 6. Größe, rund sieben Grad südlich von M 48), stießen die Forscher dabei auf warmen Staub. Dies ist für einen derart alten Stern eher ungewöhnlich und lässt die Erklärung zu, dass es sich womöglich um einen Asteroidengürtel, ähnlich dem zwischen Mars und Jupiter in unserem Sonnensytem, handelt. Allerdings gäbe es dann um HD 69830 rund 25-mal mehr Asteroiden als vermutet, die entsprechend häufiger zusammenstoßen und zu Staub zerfallen – der dann von Spitzer beobachtet wird.

Der Gürtel ist seinem Zentralstern auch recht nah. In unserem System würde er mit der Umlaufbahn der Venus zusammenfallen und daher am Nachthimmel weitaus heller als die Milchstraße leuchten (siehe Illustration rechts).

Weitere Untersuchungen sollen klären, ob sich in dem Sternsystem auch Spuren von Planeten finden lassen – seien es Gasriesen wie Jupiter oder auch Gesteinsplaneten wie die Erde. Letztere bestehen weit gehend aus dem gleichen Material wie die Asteroiden.

Asteroidengürtel wurden bisher erst bei zwei anderen Sternen entdeckt, die aber wesentlich jünger und massereicher sind als die Sonne. Daher lassen sich bei ihnen nicht so gut Parallelen zu unserem Planetensystem ziehen.

Vorsicht Steinschlag! So, wie Jupiter in unserem Sonnensystem den Asteroidengürtel abschließt, könnte das bei dem um HD 69830 vielleicht eine zweite Erde tun.

MARSROVER

Europa behält den Mars im Blick

Europäische Forscher haben der Weltraumorganisation Esa empfohlen, ihre nächste wissenschaftliche Mission zum Mars mit einem Rover auszurüsten. Das Roboterfahrzeug soll die Oberfläche des Roten Planeten erkunden und dort nach Spuren von Leben suchen. Bei einem Start im Juni 2011 würde eine solche Mission den Mars im Juni 2013 erreichen.

Die Wissenschaftler hatten Anfang April bei einem internationalen Arbeitstreffen in England über Robotermissionen zum Mars im Rahmen des europäischen Aurora-Programms beraten. Zur Auswahl standen drei Missionen: BeagleNet, ExoMars und ExoMars-Lite. Nach eingehender Untersuchung empfahlen die Forscher, Schlüsselelemente aller drei Vorschläge in einer Expedition zu vereinen. Diese soll mindestens einen Rover zum Mars befördern. Der Roboter wird dort nach Spuren von Leben suchen sowie dessen Bodenchemie, Oberflächenbeschaffenheit und seismischen Phänomene erkunden. Hierfür sollen mit einem Bohrer Bodenproben aus bis zu zwei Meter Tiefe gewonnen werden. Die Forscher diskutierten auch über eine Mission, die Bodenproben vom Mars zur Erde bringen soll. Eine solche Expedition ist in internationaler Zusammenarbeit für das Jahr 2016 geplant.

ESA

Die Nasa schickt inzwischen ihre Marsrover in die Verlängerung: Spirit und Opportunity, die bereits seit vierzehn Monaten über den Roten Planeten kurven, dürfen dort noch bis zu achtzehn Monate weiterforschen.

Erst in fernerer Zukunft sollen auch Esa-Astronauten bemannte Missionen auf dem Roten Planeten begleiten.

NASA, JPL / CALTECH, SSC, T. PYLE

ESA

Neues Mitglied

Nicht nur die EU, auch die Esa wächst: Seit dem 16. März ist Griechenland offizielles Mitglied der Europäischen Weltraumagentur. Damit ist die Gemeinschaft auf 16 Mitgliedsstaaten angewachsen.

Griechenland bemüht sich bereits seit Jahren um die Aufnahme in die Weltraumbehörde. Nun gab Per Tegnér, Vorsitzender der Esa-Ratsversammlung, den Beitritt offiziell bekannt. Esa-Pressesprecher Franco Bonacini bestätigt: »Griechenland hat inzwischen die nötige Reife erreicht.« Es sei nicht einfach, die Anforderungen für eine Aufnahme zu erfüllen, sagt er. Die Esa verlangt von ihren Mitgliedern vor allem wissenschaftliches Know-how und ausreichend industrielle Ressourcen.

Gleichzeitig mit Griechenland bewilligte der Esa-Rat auch Luxemburg die Aufnahme. Das Großherzogtum wird voraussichtlich im Dezember 2005 beitreten, da noch nicht alle notwendigen Verträge unterzeichnet sind.

ASTEROIDEN

Falkenflug zum Kleinplaneten

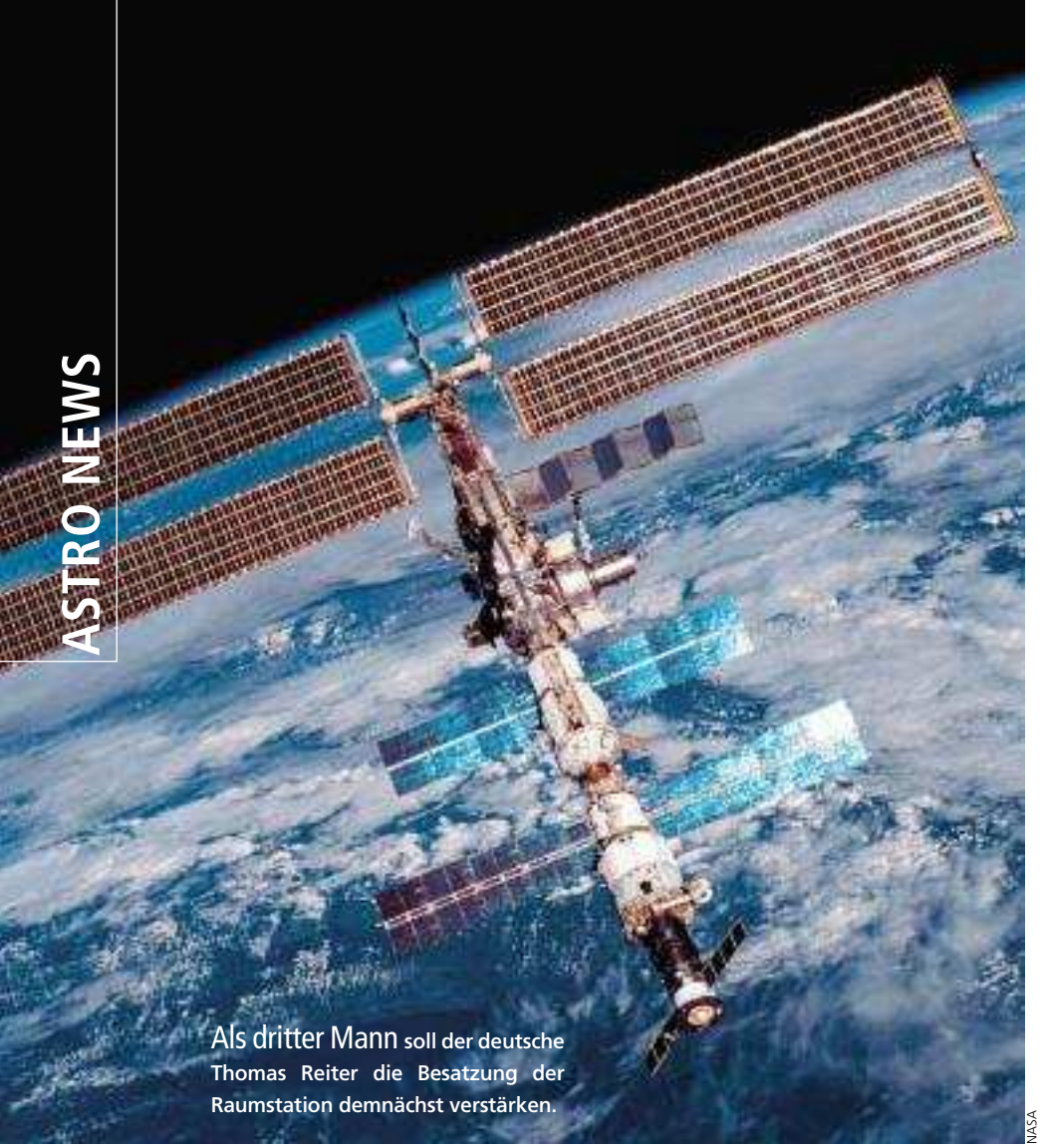
Die japanische Raumsonde Hayabusa (»Falke«) nähert sich ihrem Ziel. Der Missionsplan sieht für diesen Sommer das Rendezvousmanöver mit dem Kleinplaneten 25143 Itokawa vor. Erstmals soll mit der Mission Bodenmaterial von einem Asteroiden eingesammelt und zur Analyse zur Erde gebracht werden.

Das ehrgeizige Vorhaben ist die erste Rückkehrmission zu einem Himmelskörper seit dem Flug der russischen Mondsonde Luna 24 im Jahr 1976. Mit über 20 000 Betriebsstunden hat der Ionenantrieb von »Muses-C«, so der ursprüngliche Name der Sonde, stetig auf den 600 Meter langen Felsbrocken zugehalten. Typisch für sparsame Ionentriebwerke wurden dabei nur etwa zwanzig Kilogramm Xenon verbraucht. Drei Monate lang soll der zur Gruppe der erdnahen Asteroiden zählende Itokawa nun aus nur zehn Kilometer Abstand inspiziert werden. Erst dann ist die weit gehend automatische Probennahme geplant.

Mit einigen Gramm Asteroidenstaub im Gepäck soll die Zwanzig-Kilo-Rückkehrkapsel der Falken-Sonde im Juni 2007 weich in Australien niedergehen.

A. IKESHITA, MINORBODY EXPLORATION FORUM / JAXA, ISAS

Den Falken im Anflug auf den Kleinplaneten 25143 Itokawa zeigt diese künstlerische Darstellung.



Als dritter Mann soll der deutsche Thomas Reiter die Besatzung der Raumstation demnächst verstärken.

NASA

ISS

Ablösung auf der Raumstation

Die internationale Raumstation ISS hat eine neue Besatzung. Der russische Kosmonaut Sergej Krikaljow und sein amerikanischer Kollege John Phillips trafen als »Expedition 11« am 17. April auf der Station ein und sollen bis Oktober 2005 dort bleiben. Ihre Vorgänger, der Amerikaner Leroy Chiao und der Russe Salischan Scharipow, die seit Oktober 2004 auf der Station ausharrten, verließen die ISS am 24. April und landeten einen Tag später wohlbehalten in der kasachischen Steppe.

Während der Übergabephase an die neue Besatzung machte ein Esa-Astronaut das Full House komplett: Der Italiener Roberto Vittori hatte den dritten Sitzplatz der Sojus-Kapsel eingenommen und führte auf der Station die Experimente der Mission »Eneide« durch. Am 24. April begab sich Vittori zusammen mit Chiao und Scharipow zur Erde zurück. Für ihre Landung nutzten sie die Sojus-TMA-5-Kapsel, die seit Oktober 2004 an der Raumstation angedockt gewesen war.

Unterdessen bereitet sich der deutsche Astronaut Thomas Reiter auf seinen geplanten Langzeiteinsatz auf der Raumstation vor. Sobald die Shuttleflüge wieder aufgenommen werden, soll er an Bord der »Atlantis« zur Raumstation fliegen und dort zu Krikaljow und Phillips stoßen.

Auf diese Weise will man wieder dazu übergehen, ständig drei Mann Besatzung auf der Station zu haben, nachdem die Mannschaftsstärke zwischenzeitlich wegen der knappen Versorgungslage auf Grund der ausgesetzten Shuttleflüge auf zwei Astronauten verringert worden war. Reiter wäre der erste Deutsche auf der Station.

NASA

Neuer Chef

Die US-Weltraumbehörde Nasa hat einen neuen Administrator – und die Fans des Weltraumteleskops »Hubble« neuen Grund zur Hoffnung. Am 14. April leistete Michael Griffin seinen Amtseid und trat damit die Nachfolge von Sean O'Keefe an. In seiner Antrittsrede erklärte Griffin, er sehe durchaus noch Überlebenschancen für das Hubble-Weltraumteleskop. Sein Vorgänger hatte das leicht marode, jedoch enorm beliebte Gerät bereits abgeschrieben.

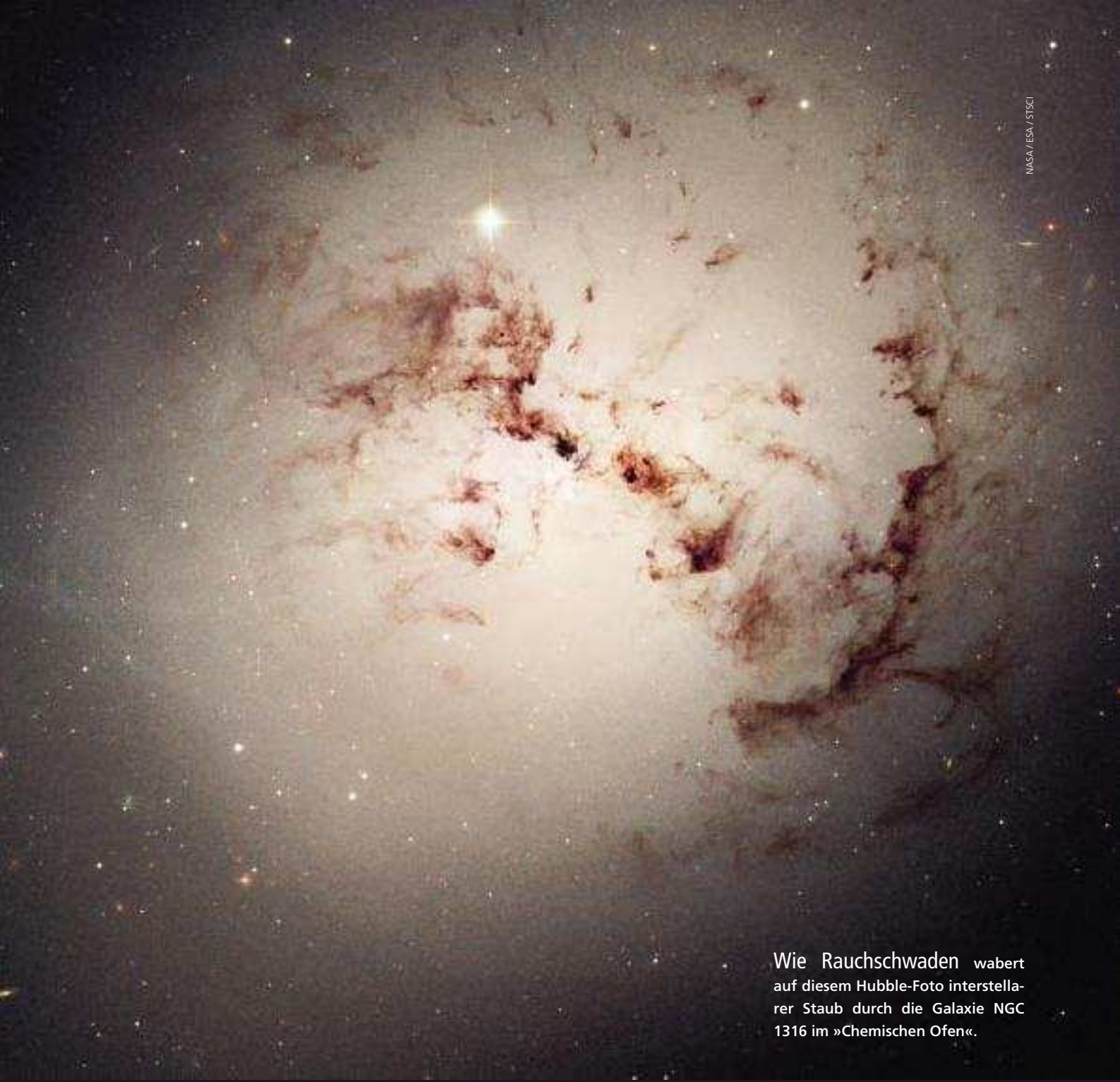
Griffin versprach, wenn die Shuttleflüge erfolgreich wieder aufgenommen worden seien, müsse die Nasa ihre Pläne für Hubble noch einmal neu überdenken. Die Entscheidung, das Teleskop bereits im Jahr 2010 stillzulegen, sei unmittelbar nach dem tragischen Verlust der Raumfähre Columbia getroffen worden, bei dem die sieben Astronauten den Tod fanden. Eine Reparatur per Roboter scheint für Hubble ausgeschlossen. Daher bleibt nun abzuwarten, ob die verbesserten Shuttles der Nasa eine Wiederaufnahme der bemannten Raumfahrt erlauben.

Mit Michael Griffin übernimmt ein »Mann vom Fach« den Chefsessel der amerikanischen Weltraumbehörde: Der 55-Jährige ist Physiker, Ingenieur und Pilot und hält neben einem Doktortitel in Luft- und Raumfahrttechnik zahlreiche weitere akademische Titel.

US-Präsident George W. Bush hatte Michael Griffin für die Stelle vorgeschlagen, nachdem dessen Vorgänger Sean O'Keefe seinen Rücktritt erklärt hatte.

Hat gut lachen: Michael Griffin

NASA, RENEE BOUCHARD



NASA / ESA / STSCI

Wie Rauchschwaden **wabert auf diesem Hubble-Foto interstellarer Staub durch die Galaxie NGC 1316 im »Chemischen Ofen«.**

HUBBLE

Kosmische Wollmäuse

Wenn das kein Grund ist, die Mission des etwas altersschwachen Hubble-Teleskops zu verlängern: Das oben abgebildete Foto des Weltraumteleskops sieht aus, als habe ein abstrakter Künstler Rauchschwaden an einen gespenstisch bewölkten Vollmondhimmel gemalt. Tatsächlich zeigt das Bild die große Ellipsengalaxie NGC 1316.

Wie kosmische Wollmäuse liegen dort in allen Ecken und Enden große, komplexe Flocken aus interstellarem Staub. Die Aufnahme lässt darauf schließen, dass NGC 1316 sich einst aus einem Zusammenschluss zweier gasreicher Welteninseln gebildet hat. Ein amerikanisches Forscherteam um Paul Goudfrooij vom Space Telescope Science Institute in Baltimore, Maryland, hatte dieses und weitere Fotos geschossen, um Hinweise darauf zu bekommen, wie sich elliptische Galaxien aus der Verschmelzung zweier Sternsysteme bilden.

NGC 1316 befindet sich im Sternbild Fornax, dem Chemischen Ofen. Sie gehört zu einem kompakten Galaxienhaufen in etwa 75 Millionen Lichtjahren Entfernung und ist deren hellste Komponente.

SHUTTLESTART

Kalkuliertes Risiko

Trotz mancher Sicherheitsbedenken: Die Nasa will noch im Mai den ersten Shuttleflug seit der Explosion der Raumfähre Columbia vor zwei Jahren starten.

Am 1. Februar 2003 explodierte die Raumfähre Columbia beim Wiedereintritt in die Atmosphäre. Ein rund 750 Gramm schweres Stück Isolierschaum, das beim Start vom Treibstofftank abgebrochen war, hatte die Hitzekacheln an der linken Tragfläche beschädigt. Daraufhin konnten bei der Rückkehr extrem heiße Gase in die Raumfähre eindringen, die deren Aluminiumgerüst schließlich zum Schmelzen brachten. Zu der Katastrophe, erklärte eine eingesetzte Untersuchungskommission anschließend, sei es indessen nicht nur auf Grund von technischem Versagen gekommen, sondern auch, weil die Nasa die Sicherheitsstandards über Jahre schleifen ließ. Der Schreck der Tragödie und des harschen Urteils steckt der Behörde bis heute in den Gliedern.

Zwei Jahre nach dem Unglück steht jetzt wieder eine Raumfähre in Cape Canaveral auf der Startrampe – die Discovery, die in einem Zeitfenster von Mitte Mai bis Anfang Juni abheben soll. STS 114, die 114. Mission der kleinen Shuttleflotte, mit der Astronautin Eileen Collins als Kommandantin, war 2003 als Routineflug nach der Landung der Columbia geplant. Galt es damals noch, die Internationale Raumstation zügig fertigzustellen, steht heute in erster Linie die Sicherheit des Raumschiffs und die Kompetenz der Nasa auf dem Prüfstand.

NASA, JPL

Kosmischer Fliesenleger **In Zukunft müssen die Shuttleastronauten ihr Gefährt auch noch selbst flicken können.**

Der Raumfahrtorganisation darf kein weiterer Fehler unterlaufen, denn ansonsten stünden nicht nur ihre von Bush verordneten bemannten Missionen zu Mond und Mars in Frage. Es würde die Behörde um Jahre zurückwerfen – und wohl auch das Ende der Raumstation bedeuten, die auf Lieferungen durch die Shuttleflotte angewiesen ist.

Reparaturkit fliegt mit

Vor wenigen Wochen wollte die Nasa der Weltöffentlichkeit demonstrieren, dass die Mission mit dem Auslaufmodell Spaceshuttle – 2010 soll die Shuttleflotte eingemottet werden – bestmöglichst vorbereitet ist. Zu diesem Zweck lud sie die internationale Presse nach Houston ein. Dort breiteten die Experten vor kritischen Augen aus, was den Shuttle künftig sicherer machen soll: So sind Flügelkanten und -spitzen der Raumfähre mit einem dichten Netzwerk empfindlicher Sensoren ausgestattet, um jegliche Materialveränderung zu registrieren. Auch die Technik, mit der der Isolierschaum auf den Außentank aufgetragen wird, wurde verbessert. Am Boden baute man die Kontrollen aus: Eine ganze Batterie digitaler Kameras ist über Cape Canaveral verteilt und soll den Start des Shuttle aus allen erdenklichen Perspektiven beobachten. Die Astronauten sind auf fast alle Eventualitäten vorbereitet und gut trainiert. Auch traf man Vorkehrungen, um den Shuttle im Weltraum mittels eines kamerabewehrten Roboterarms auf Schäden zu überprüfen.

So demonstrierten die Missionsspezialisten Stephen Robinson von der Nasa und Soichi Noguchi von der japanischen Raumfahrtagentur Jaxa in einer Halle neben einem Schwimmbecken, in der sie sonst Handgriffe in annähernder Schwerelosigkeit trainieren, neu entwickelte Reparaturtechniken (Bild links). Während eines Weltraumspaziergangs sollen sie so einmal Risse in den Hitzeschutzkacheln des Shuttles ausbessern können. Dazu haben Nasa-Ingenieure eine Kreuzung aus Spritzpistole und Maschinengewehr erfunden, die einen schwarzen Kitt in den vorhandenen Spalt presst, der mit Spachteln glatt gestrichen werden muss. Außerdem zeigten sie, wie beschädigte Kohlefaser-Formteile, die beim Shuttle die der Hitze besonders ausgesetzten Kanten abschirmen, mit Mull ausgestopft, anschließend mit einem Flicken abgedeckt und einer Platte versiegelt werden.

Die Nasa hofft indes, dass es bei den kommenden Flügen keine tatsächlichen

NASA, KSC

Nach zwei Jahren Zwangspause **soll der Regelbetrieb der Shuttleflüge mit dem Start der Discovery wieder aufgenommen werden.**

Schäden gibt, die so ausgebessert werden müssten. Auf die Frage, ob er auch mit einem so reparierten Raumschiff zur Erde zurückfliegen würde, meint Noguchi ausweichend: »Da müsste man das Risiko schon sehr genau kalkulieren.« Die neuen Geräte würden dabei ohnehin nicht ausreichen, ein Loch von der Größe dessen zu kitten, das die Columbia seinerzeit zerstörte. Damals hatte der Shuttle kein Werkzeug für Außenreparaturen an Bord, ja nicht einmal genügend Treibstoff, um die womöglich rettende Raumstation zu erreichen. Diese Fakten wirkten ernüchternd.

Da hilft es auch nicht weiter, dass mehrere Nasa-Offizielle darauf verweisen, dass die Columbia-Untersuchungskommission in ihrem Katalog für neue Shuttleflüge lediglich gefordert hatte, die Reperaturmethoden müssten »anwendbar sein«, was einen gewissen Interpretationsspielraum lasse.

Der Flug der Discovery besteht freilich nicht nur aus Testläufen neuer Reparaturtechnologien. Ein Besuch bei der Raumstation steht ebenfalls auf dem Programm. Sie wartet auf Nachschub, den die russischen Sojusraketen in den vergangenen zwei Jahren aus Platzgründen nicht liefern konnten. Beispielsweise benötigt die Station dringend ein neues Gyroskop, einen Stabilisationskreisel, der hilft, die ISS auf Kurs zu halten. An Bord funktionieren derzeit nur noch zwei der ursprünglich vier Richtungsgeber.

Auf dem Heimweg transportiert die Raumfähre außerdem eine Tonne verschlissener Instrumente, abgeschlossene Experimente und Haushaltsmüll zur Erde. Doch diese Aufgaben erwähnen Nasa-Oberen in Houston nur am Rand. »Sicherheit« ist das beherrschende Thema.

Zeigen sich an der Raumfähre beim jetzt auf Juli terminierten Flug erneut bedenkliche Schäden, wäre ein Andocken an die ISS noch ein Ausweg. Für die Shuttleastronauten ist sie in Notsituationen ein sicherer Hafen im Erdorbit. Für einen solchen Fall wird am Boden bereits die Raumfähre Atlantis vorbereitet, die im Juli einen regulären Flug zur Raumstation absolvieren soll. Sie könnte aber – wie der Flugdirektor von STS 114, Leroy Cain, erklärt – im Notfall auch etwas früher starten, um die Astronauten aus den beengten Wohnverhältnissen zu retten. »Wir gehen davon aus«, so fügt er hinzu, »dass es dazu nicht kommt.«

>> Hubertus Breuer

MARSFORSCHUNG

Kontroverse um Kraterdatierungen

Krater sind das tägliche Brot der Planetologen. An ihnen erkennen die Wissenschaftler das Alter der Himmelskörper. Fehlen die Ringgebirge auf den Porträts der fernen Welten, heißt es gleich, die fragliche Landschaft sei besonders jung. Freilich nur, wenn man geologische Maßstäbe anlegt, eine Million Jahre also zu einer Art kleinster messbarer Zeiteinheit schrumpft. Besonders Kraterkundige können so relativ genau ermitteln, wie alt die zernarbten Gelände auf den Monden und Planeten unseres Sonnensystems sind.

Als Eichinstrument für die Methode fungiert unser Erdmond: Mondgestein, das die Apollo-Astronauten vor gut dreißig Jahren zur Erde chauffierten, half, die Datierung zu präzisieren.

Vom Mond zum Mars

Indem die Forscher zählen, wie viele Einschläge einer bestimmten Größe heute in einer Mondlandschaft zu finden sind, lassen sie die Uhr quasi rückwärts laufen. Ihre Theorie liefert dann eine Zeitangabe, wann das Meteoritenbombardement begann. So taxierten die Mondforscher einst das Alter von Mondmeeren und -hochländern.

Mit den Sonden zu den Planeten zogen auch die Chronisten weiter und übertrugen ihr Verfahren auf den Mars. Dank der hoch auflösenden Fotos der europäischen Mars-Express-Sonde haben Planetenforscher wie der Berliner Wissenschaftler Gerhard Neukum in den vergangenen Monaten erstaunlich junge geologische Aktivität auf dem Roten Planeten gefunden: Aktive Vulkane, fließende Gletscher, Packeis in Äquatornähe (siehe AH 6/2005, S. 12) – vieles davon kaum zehn, zwanzig Millionen Jahre alt, manches sogar noch jünger. Das zumindest ergibt die Statistik der Marskrater.

Kürzlich sorgte jedoch der Forscher Alfred McEwen von der University of Arizona für Aufregung. Der US-Geologe hatte Infrarotbilder des Nasa-Orbiters Odyssey studiert und dabei besonders die Umgebung des Zehn-Kilometer-Kraters Zunil ins Visier genommen. Zunil gehört neben einer Hand voll weiterer Exemplare zur Gruppe der Mars-Strahlenkrater. In seinem Auswurfmaterial fand McEwen zahlreiche Kleinkrater, der größte von ihnen misst 230 Meter. Der Forscher schätzt ihre Zahl auf mehrere Millionen und hält sie für Sekundärkrater, die entstanden, als der Impakt den Zunil-Krater aufriss.

Damals flogen Gesteinsbrocken wie gewaltige Wurfgeschosse hunderte Kilometer weit. Bei ihrem Rücksturz formten sich Krater zweiter Ordnung, Sekundärkrater genannt. Aus dem Zunil-Befund schließt McEwens nun, dass die gängigen Marsdatierungen, insbesondere die jüngsten Altersangaben, ungenauer sind als bislang angenommen. Er argumentiert, Sekundärkrater seien kaum von den eigentlichen Einschlagkratern zu unterscheiden.

NASA, JPL / MSSS

Aufprall oder Spritzer? **Aus den Kratern bestimmen Planetologen das Alter einer Landschaft.**

Demnach läge die Genauigkeitsgrenze bei zehn Millionen Jahren.

Geologen wie Roland Wagner vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) widersprechen dieser Deutung: Die »Sekundären« seien in der Regel sehr wohl von Primärkratern unterscheidbar. Sie könnten also bei der Zählung übergangen werden. Außerdem haben Vergleiche mit Asteroiden gezeigt, dass Krater zweiter Ordnung auf den größeren planetaren Körpern, also auch beim Mars, nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Asteroiden, auf denen wegen der geringen Schwerkraft keine Sekundärkrater entstehen, zeigen nämlich die gleichen Kraterverteilungen wie Monde und Planeten. Die Kontroverse dauert also an – eine Art marsianischer Historikerstreit. <<

Mitarbeiter dieser Rubrik:
Thorsten Dambeck, Carolin Konermann

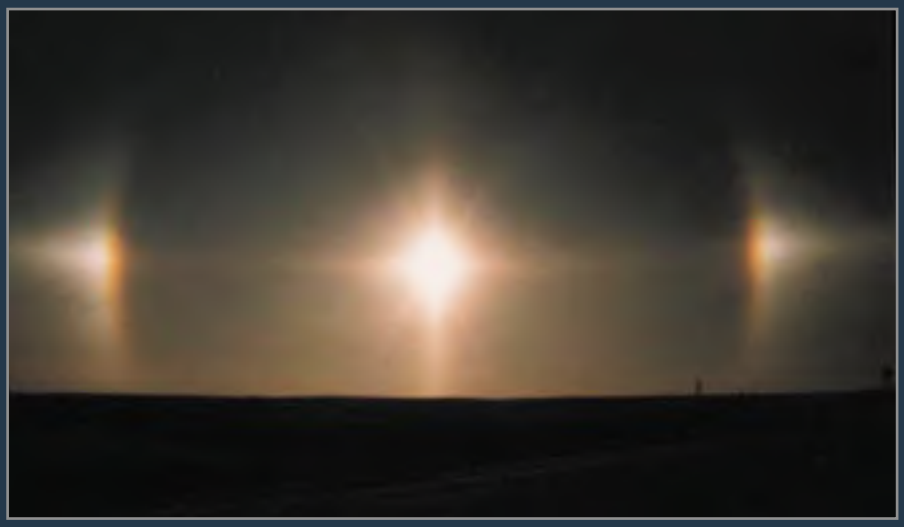
Aktuelle Meldungen aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie auch unter: www.wissenschaft-online.de/astronomie

PEKKA PARVIAINEN

Auch der Taghimmel hat mancherlei Schönheit zu bieten.

SINFONIE DES SONNENLICHTS

Schauen Sie auch tagsüber in den Himmel – vielleicht wartet ein erstaunlicher Anblick auf Sie. **>> Trudy Bell**



LINKS: LANCE HOLLOWAY, RECHTS: MARION OLTHOFF

Nebensonnen treten normalerweise symmetrisch auf. Doch oft erscheint eine heller als die andere (links). Bei Sonnenauf- oder -untergang zeigt sich manchmal der scharlachrote bis goldene Strahl einer Vertikalsäule (rechts).

Es ist fast schon ein Ritual: An jedem klaren Abend starren Sie himmelwärts und hoffen, der mit Sternen gespickten Samtschwärze des Nachthimmels neue Geheimnisse des Universums zu entlocken. Aber ist Ihnen bewusst, dass auch am Tag spektakuläre Anblicke darauf warten, von Ihnen bemerkt zu werden? Sie brauchen dazu nur Ihre Augen und eine einzige Faustregel: Werfen Sie immer dann einen Blick nach oben, wenn gleichzeitig Sonne und Wolken am Himmel sind!

Eiskristalle entfachen Lichtspektakel

Wolken sind vollgestopft mit den drei Hauptzutaten, aus denen die Natur atemberaubende optische Muster zusammenbraut: Wassertröpfchen, winzige Staubteilchen und Eiskristalle. Einige Sonnenstrahlen hinzugefügt, und schon erstrahlt am helllichten Tag eine wundervolle Augenweide, die mit allem wetteifern kann, was der Nachthimmel zu bieten hat.

Doch sehen Sie sich das nicht nur durchs Wohnzimmerfenster an. Gehen Sie nach draußen und suchen Sie von dort aus den gesamten Himmel nach Leuchterscheinungen ab. Seien Sie besonders dann aufmerksam, wenn die Sonne niedrig über dem Horizont steht. Schon bald wird Ihnen diese Suche in Fleisch und Blut übergehen. Und wenn Sie dabeibleiben, kann ich fast dafür garantieren, dass Sie innerhalb eines Monats reich belohnt werden. Sind Ihnen am frühen Morgen oder späten Nachmittag schon einmal die hellen Flecken links und rechts der Sonne aufgefallen? Ihr offizieller Name lautet Parhelia, besser bekannt sind sie als Nebensonnen. Weiß oder regenbogenfarben leuchtend, zwingen sie den Betrachter zum Blinzeln. Manchmal treten sie als hellste Regionen im Halo auf, jenem Schein, der einen breiten Kreis um die Sonne zieht. Kaum jemand scheint Parhelia wahrzunehmen, >

NIGHT SKY, CASEY B. REED

Wenn das Sonnenlicht sich seinen Weg durch Eiskristalle bahnt, entstehen vielerlei Muster (links). Der Horizontalkreis ist ein seltener, weiß glänzender Halo, der in Sonnenhöhe parallel zum Horizont den gesamten Himmel umgibt (unten).

FOTO: PEKKA PARVIAINEN

> und doch habe ich sie schon im Herbst, Winter und Frühling gesehen, bis zu dreimal pro Woche. Manche strahlen fast so hell wie die Sonne. Dadurch erhielten sie ihren Spitznamen »Nebensonne«.

Parhelia sind keine Regen-, sondern Eisbögen. In acht bis zehn Kilometer Höhe, wo Düsenflugzeuge ihre Kondensstreifen in den Himmel malen, befinden sich spinnwebenartige Zirrus- und Zirrostratuswolken, die Millionen von sechseckigen Eiskristallen enthalten, jeder wie ein kleiner Diamant. Diese Kristalle verhalten sich wie lauter winzige Prismen. Sie spalten das Sonnenlicht in seine Farbbestandteile auf und leiten sie in unterschiedliche Richtungen weiter.

Jede von Eiskristallen hervorgerufene Lichterscheinung ist einzigartig. Der visuelle Eindruck hängt davon ab, ob die Kristalle flache Plättchen oder lange Stifte bilden. Darüber hinaus kommt es darauf an, ob sie nur dem Zufall gehorchend herumtaumeln – dann erscheinen die Parhelia weiß – oder alle eine bestimmte Ausrichtung aufweisen, was zu Regenbogenfarben führt. Auch wie hoch die Sonne am Himmel steht, ist von Bedeutung, denn das beeinflusst den Winkel, unter dem das Licht auf die Kristalle fällt und sie wieder verlässt. Am wichtigsten sind jedoch die optische Qualität und die Größe der Eissplitter. Wenn sie zu winzig sind oder keine perfekte Form haben, können sie nicht als Prismen wirken. Doch wenn die Kristalle vollkommen sind wie ein geschliffener Edelstein, kann tagsüber das ganze Himmelszelt mit exotischen Halos, Schleifen, Bögen und Kreuzen geschmückt sein.

Nebensonnen treten fast ebenso häufig auf wie ein Halo, der die Sonne im Abstand von 22 Grad umgibt (»22-Grad-Halo«, Grafik oben links), sie besitzen jedoch mehrere Varianten. An Wochennachmittagen erscheinen gelegentlich zwei senkrecht gestreckte Nebensonnen, ein Indiz dafür, dass der bevorstehende Sonnenuntergang mit einer Vertikalsäule aufwarten könnte. Diese entsteht durch Sonnenlicht, das Eiskristalle oberhalb der untergehenden Sonne reflektieren. Ein andermal bemerken Sie vielleicht einen strahlend weißen horizontalen Streifen, geformt wie ein Kometenschweif, der von der Mitte jeder Nebensonne ausgeht. Wenn Sie so etwas erbli-

Selbst gemachter Regenbogen

Versuchen Sie im Sommer einmal, Ihre eigenen Regenbogen zu erzeugen – einfache, doppelte und vielfache. An einem strahlend sonnigen Tag richten Sie einen Gartenschlauch mit Zerstäuber gegen einen dunklen Hintergrund, die Sonne in Ihrem Rücken. Ändern Sie Richtung und Stärke des Sprühens und schauen Sie, wie viele verschiedene Regenbogeneffekte Sie hervorbringen können.

NIGHT SKY, J. KELLY BEATTY

NIGHT SKY, ALAN DYER

cken, schauen Sie einmal ganz rundum, um zu sehen, wie weit Sie dem Streifen nach links und rechts folgen können. Mit viel Glück sehen Sie einen vollständigen 360-Grad-Horizontalkreis, ähnlich einem schmalen weißen Kondensstreifen, der sich den ganzen Horizont entlangzieht.

Unabhängig davon, ob Sie Nebensonnen sehen oder nicht – wenn Sie hohe Wolkenbüschel entdecken und zur gleichen Zeit die Sonne tief am Horizont steht, sind auch die Chancen für ein anderes Himmelsphänomen am besten: Direkt über Ihnen erblicken Sie dann vielleicht etwas, das einem strahlend hellen Miniregenbogen ähnelt, der den Zenit zu großen Teilen umkreist – wie ein am Himmel schwebendes Lächeln. Manchmal verliert es sich weich wie Flaum in driftendem Zirrus, dann wieder glüht es in solcher Herrlichkeit, dass der gewöhnliche Regenbogen vor Neid über die Farbtöne erblassen würde. Das ist der selten aufzuspürende Zirkumzenitalbogen – prächtig, satt getönt und mit passendem Namen. Wahrscheinlich haben Sie noch nie einen gesehen. Bloß, mal ehrlich, wie oft schauen Sie während des Tags zum Himmel?

Die schönsten Erscheinungen durch Eiskristalle sind in der Regel ein winterliches Vergnügen. Dann zieht ein Strom arktischer Luft nach Süden, der reich mit frostigen Splittern beladen ist. Aber vergessen Sie nicht, auch während langer Sommertage Ihre Augen gen Himmel zu richten, denn in unseren gemäßigten Breiten herrschen in der oberen Troposphäre ganzjährig Temperaturen unter dem Gefrierpunkt.

Nur wenn die Sonne höher als 58 Grad steigt, besteht die Chance, einen Blick auf den größtmöglichen und bizarrsten Eisbogen zu erhaschen: den Zirkumhorizontalbogen. Ich sah ihn nur zweimal, jeweils Anfang Mai um die Mittagszeit.

Farbspektrum aus dem Sonnenlicht

Er erschien wie ein fetter, horizontaler Regenbogen und erstreckte sich um ein Sechstel des gesamten Horizonts, direkt unter der Sonne. Diese wiederum umgab ein 22-Grad-Halo, der in klar voneinander abgehobenem Rot, Gelb und Violett strahlte. Der Bogen steht immer niedrig – nur 15 oder 20 Grad über dem Horizont –, sodass Sie einen ungehinderten Blick auf den Südhorizont brauchen, um ihn zu entdecken.

In umgekehrter Reihenfolge erscheinen die Farben des schwächeren Sekundärbogens, der den Primärbogen umgibt. Innerhalb diesem ist der Himmel durch abgelenkte Strahlen aufgehellt.

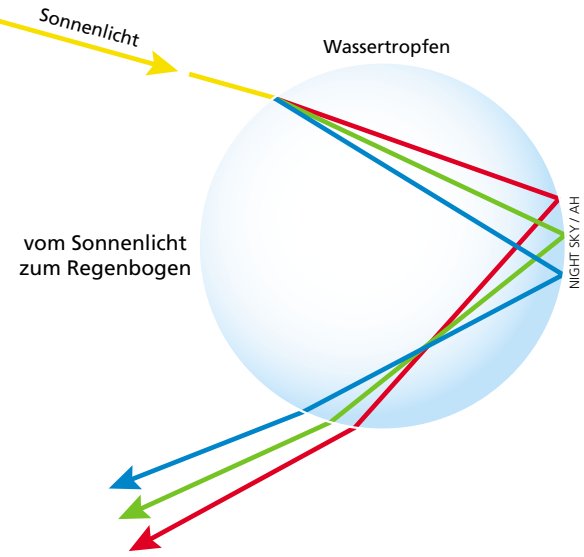
Anders als Nebensonnen sind Regenbögen reine Warmwetter-Phänomene, also nur dann möglich, wenn die Lufttemperatur über dem Gefrierpunkt liegt. Die strahlendsten treten auf, wenn das volle Sonnenlicht auf große, gleichförmige Wassertropfen trifft, die vor einem dramatisch bleigrauen Himmel direkt gegenüber der Sonne herabfallen. Die Regentropfen agieren sowohl als winzige Prismen, die das weiße Sonnenlicht in das gesamte Farbspektrum aufspalten und streuen, wie auch als winzige Spiegel, die ihrerseits die Farben reflektieren. Ein Regenbogen erscheint als Kreisbogen im Abstand von 42 Grad über der gedachten Linie zwischen Ihrem Kopf und dem Schatten des Kopfs – direkt gegenüber der Sonne also. Das bedeutet, dass dieses Phänomen nur dann sichtbar ist, wenn sich die Sonne innerhalb der wenigen Stunden des Auf- oder Untergangs >

Dämmerungsstrahlen dringen durch Wolkenlücken, wenn die Sonne tief steht und Schönwetterwolken den Himmel bedecken.

TONY TRAVAGLIA

> befindet. Je niedriger sie steht, desto höher sehen Sie den Regenbogen.

Scheint die Sonne mit voller Kraft, dann können Sie womöglich einen doppelten Regenbogen sehen: einen strahlenden Primärbogen (außen rot und innen violett), umgeben von einem größeren, matteren Sekundärbogen, in dem die Farben andersherum angeordnet sind (also innen rot und außen violett). Das Spiegelbild entsteht aus Sonnenlicht, das zweimal in den gleichen Tropfen gebrochen wird, die den Primärbogen erzeugen. Innerhalb besonders leuchtkräftiger Regenbögen können Sie manchmal sogar noch weitere, kleinere entdecken – ein oder mehrere schmale, blasse, rosa-grünlich purpurne Bänder innerhalb des Primärbogens. Dabei handelt es sich um Interferenzbänder: das Resultat von Sonnenlicht, das verschiedene Wege durch extrem feine Wassertröpfchen nimmt, aber in der gleichen Richtung heraustritt. Überlagerungen verstärken abwechselnd bestimmte Farben, während andere unterdrückt werden.



NIGHT SKY / AH

Übrigens – ist Ihnen schon einmal aufgefallen, dass die Himmelsregion innerhalb eines primären Regenbogens viel heller erscheint als das Gebiet außerhalb? Das liegt daran, dass manche Lichtstrahlen ihre Wassertropfen in einem geringeren Winkel als den 42 Grad verlassen, die nötig sind, damit die Strahlen zu einem Teil des Regenbogens werden. Das anderweitig abgelenkte Licht hellt stattdessen den Himmel innerhalb des Hauptbogens auf.

Regentropfen wirken als winzige Prismen. Sie brechen das Licht und reflektieren es in fast die gleiche Richtung, aus der es kommt.

Wussten Sie auch, dass ein Regenbogen ganz rot oder ganz weiß sein kann, statt all seine sieben Farben aufzuweisen? Wenn Sie das Wetterphänomen einmal kurz vor Sonnenuntergang bemerken, schauen Sie genau hin, sobald die Sonne dem Horizont nahe kommt und ihr Licht sich rötet. Zweimal habe ich das Glück gehabt, völlig rote Regenbogen zu sehen, die die untergehende Sonne hervorrief.

Mondregenbogen

Dagegen haben Regenbögen, die durch helles Mondlicht entstehen, so blasse Farben, dass sie das Auge nur als graue Schatten wahrnimmt. Der Mond scheint schließlich viel schwächer als die Sonne. Und Regenbögen, die Sie im Nebel erspähen, können milchig weiß erscheinen. Nebeltröpfchen sind so winzig, dass die Wellenlängen verschiedener Farben einander überlagern und so weißes Licht produzieren.

Klart das Wetter auf, so schauen Sie weiter nach oben! Immer wenn Sie quellende Schönwetterwolken sehen (Kumuluswolken), befinden sich über Ihnen vielleicht auch Sonnenstrahlen, die sich über das gesamte Firmament ziehen. Diese Dämmerungsstrahlen – Sonnen-

strahlen und Streifen aus Schatten, die die Sonne wirft, wenn Wolken sie teilweise verdecken – sind am dramatischsten, wenn die Sonne niedrig steht und die Atmosphäre feucht oder dunstig ist. Das gleiche Versteckspiel treiben einzelne Sonnenstrahlen entlang schattiger Waldwege oder in abgedunkelten, staubigen Räumen.

Unheimliche Gegendämmerung

Sehr selten kann es passieren, dass Dämmerungsstrahlen den gesamten Himmel kreuzen und genau über dem Horizont gegenüber der Sonne wieder zusammentreffen. Das Schauspiel solcher Gegendämmerungsstrahlen kann einen vereinzelten Wolkenfetzen geradezu unheimlich beleuchten – an einem Himmel, der ansonsten in düsteres Zwielicht getaucht ist. Dämmerungsstrahlen sind, anders als ihr Name sagt, manchmal bereits mittags zu sehen, wenn die Sonne sich hinter hohen Wolken versteckt. In diesem Fall scheinen die Strahlen in alle Richtungen zu zeigen, auch direkt von der Wolke zum Horizont.

Die spektakulärsten Dämmerungsstrahlen, deren Augenzeuge ich wurde, gab es während mehrerer Sonnenuntergänge im Juli 2000. Damals gelangten mikroskopisch feine Rauchpartikel von Waldbränden in den von hier in Ohio weit entfernten Bundesstaaten Montana und New Mexico hoch in die Atmosphäre, und Winde transportierten sie tausende Kilometer weit ostwärts. Auf dieser ungreifbaren Leinwand aus Staubkörnchen malte die untergehende Sonne mit groben Pinselstrichen Strahlen und Schattenstreifen vom Horizont bis über meinen Kopf – dieses Spektakel hätte es verdient gehabt, von himmlischer Orgelmusik begleitet zu werden.

Planen Sie in der nächsten Zeit eine Reise mit dem Flugzeug? Dann sorgen Sie dafür, dass Sie einen Fenstersitz auf der Seite bekommen, die der Sonne abgewandt ist. Wenn diese scheint, sehen Sie vielleicht eine Glorie: eine Abfolge rosagrünlich purpurner Ringe, die den Schatten Ihres Flugzeugs auf einer Wolke oder einer Nebelbank unter Ihnen umgibt. Obgleich eine Glorie wie eine Art Regenbogen aussieht, wird sie nicht von Brechung verursacht, also von Tröpfchen, die wie beim Regenbogen als Prismen fungieren, sondern von Beugung. Hierbei überlagern sich Lichtwellen, sie »interferieren«, sodass abwechselnd dunkle Regionen und solche mit verstärkter Leuchtkraft entstehen. Der Umfang der Glorie hängt ebenso von der Größe der Wassertröpfchen in der Wolkenbank ab wie auch vom Abstand zu dieser.

YUH-TSUEN LI

TRUDY E. BELL

Gegenüber der Sonne treffen Gegendämmerungsstrahlen am Horizont zusammen (oben). Die Glorie dagegen sieht aus wie ein rosagrünlich purpurner Regenbogen, der den Schatten eines Flugzeugs umgibt (unten).

Diese Phänomene sind bloß eine kleine Kostprobe von all dem, was es am Tageshimmel zu sehen gibt. Beobachten Sie nach einem Regenguss die sich auflösenden Wolken nahe der Sonne, vielleicht werden Sie Zeuge von Iridiszenz: Dann glimmen die Wolken in fast metallisch erscheinendem pastelligem Rosa, Purpur und Grün, ähnlich den irisierenden Farben, in denen eine Seifenblase schillert. Sie können Luftspiegelungen über hitzeflirrenden Wüsten und über eisbedeckten Seen betrachten, den grünen Blitz bei Auf- und Untergang der Sonne über dem Meer suchen und den Erdschatten verfolgen, wie er im Osten aufsteigt, sobald die Sonne verschwindet. Jetzt, wo ich ganz auf den Tageshimmel eingestimmt bin, vergeht tatsächlich kaum eine Woche, in der ich nicht zwischen Morgengrauen und Abenddämmerung irgendein Phänomen erspähe.

Können all diese Mirakel des Tages vorhergesagt werden? Ja, aber nicht mit der gleichen Gewissheit wie eine bevorstehende Sonnenfinsternis oder ein Meteorschauer. Der Überraschungseffekt ist größer – es verhält sich eher so wie bei Vogelbeobachtern: Sie wissen, in welcher Zeit im Jahr eine bestimmte Art durch eine bestimmte Gegend zieht, können jedoch nicht den Augenblick vorhersagen, in dem sie den ersten Vogel erblicken werden. Aber das macht einen Teil des Nervenkitzels aus. Wenn ich ein Phänomen nach ein paar aufmerksamen Tagen (oder Wochen, Monaten, sogar Jahren) zum ersten Mal wieder erblicke, macht mein Herz einen kleinen Sprung, und dann würde ich am liebsten der ganzen Straße zurufen: »Schaut hoch! Schaut in den Himmel!« <<

Trudy Bell ist geschäftsführende Herausgeberin des »Journal of the Antique Telescope Society« und würde gerne erfahren, was die Leser am Himmel entdecken (t.e.bell@ieee.org).

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

DIE WELT DER ASTROLOGEN

Sie leben im Zeitalter der Raumfahrt, sie nutzen moderne Technik – und sie deuten Horoskope. **>> Edgar Wunder**

Horoskope – allein beim Gedanken daran überkommt die meisten Astronomen ein leichtes Gruseln. Um zu erleben, welches Reizthema die Astrologie für heutige Astronomen immer noch darstellt, muss man nur folgendes kleine Experiment unternehmen: Stellen Sie während eines astronomischen Vortrags eine astrologische Frage an den Referenten und beobachten Sie seine Reaktion. Die Mischung aus Mitleid und Verachtung, emotionaler Abwehr, ja bisweilen unterschwelliger bis offener Aggressivität, die Ihnen entgegenschlägt, würden viele von einem ansonsten nüchternen Wissenschaftler kaum erwarten.

Der regelrechte Hass vieler Astronomen auf die Astrologie beginnt bereits damit, dass die Horoskopdeuterei der Sternenwissenschaft ihren Namen gestohlen hat: Wenn es die Astrologie nicht gäbe oder wenn man sie treffender als »Astromantie« (Sternenweissagung) bezeichnet hätte, würde die Astronomie heute zweifelsohne selbst unter der Bezeichnung »Astrologie« firmieren, nicht anders als zum Beispiel die Geologie, die Biologie oder die Psychologie. »Astronomie« – das war der historische Ausweichbegriff, den man notgedrungen wählen musste, um sich von den schon etablierten Horoskopdeutern abzugrenzen.

Obwohl die Astrologie in der heutigen Mediengesellschaft stark gefragt ist, meinen viele Astronomen, Horoskope sollten in der Moderne keinen Platz mehr haben. Der Schrei nach Aufklärung, ja Kampf gegen solcherlei »Irrlehren« wird laut. Doch gleichzeitig stehen die Astronomen dem sozialen Phänomen der Astrologie einigermaßen hilflos und ohnmächtig gegenüber. Sie verstehen nicht, wie man im Zeitalter der Raumfahrt noch an »so etwas« glauben kann. Als Gründe hierfür vermuten sie Dummheit, Geschäftemacherei und mangelndes naturwissenschaftliches Wissen.

Unzutreffende Vorurteile

Als ich vor gut 15 Jahren als junger Amateurastronom an der Nürnberger Volkssternwarte begann, Führungen und Vorträge zur Astronomie zu halten, ging es mir nicht anders, wenn mich Besucher auf die Astrologie ansprachen. Heute bin ich Soziologe und beschäftige mich unter anderem mit der sozialwissenschaftlichen Erforschung des Glaubens an die Astrologie und seiner Hintergründe. Ich führte umfassende Befragungen von insgesamt dreihundert Astrologen durch, wertete Dutzende repräsentativer Bevöl- >

Astrologen arbeiten mit Tierkreiszeichen, nicht mit Sternbildern. Die Malerin Sabira Manek interpretiert den Tierkreis auf moderne Weise.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Anders als weithin geglaubt, besitzt die Astrologie keine ungebrochene Traditionslinie zu ihren Vorläufern früherer Jahrhunderte.

> kerungsumfragen zu diesem Thema aus und nahm an ungezählten astrologischen Kongressen und Veranstaltungen als Beobachter teil. Viele weit verbreitete Vorstellungen von Astronomen über die ihnen fremde Welt der Astrologie erwiesen sich dabei als unzutreffende Vorurteile. Beispielsweise ist die heutige Sterndeutung, entgegen der Meinung vieler Astronomen, kein »Relikt mittelalterlichen Aberglaubens«, denn sie entstand im 20. Jahrhundert völlig neu.

Im 19. Jahrhundert war die Astrologie in Deutschland fast vollständig von der Bildfläche verschwunden; ihre mittelalterlichen Traditionen waren längst ausgestorben und in der Bevölkerung kannte so gut wie niemand sein Tierkreiszeichen oder Horoskop.

Kein Glaube der Vergangenheit

Noch im Jahr 1918 schrieb der Historiker Franz Boll: »Wer von der Astrologie erzählt, spricht von einer Wissenschaft und einem Glauben, die der Vergangenheit angehören … Nicht viele wissen heute noch etwas Näheres von ihr … (Es ist heute) schwerlich daran zu zweifeln, dass man nicht selbst prophezeien zu können braucht, um eine Wiederkehr der Astrologie für unmöglich zu halten.«

Boll hat sich geirrt. Schon wenige Jahre später breiteten sich astrologische Denkweisen aus und wurden zunehmend populär. Heute kennen 98 Prozent der deutschen Bevölkerung ihr Tierkreiszeichen, gut vierzig Prozent halten die reale Existenz astrologischer Zusammenhänge für wahrscheinlich. Es handelt sich dabei jedoch nicht um ein Überbleibsel alter Zeiten, sondern um eine Innovation, ein echtes Kind der Moderne. Ihr programmatisches und soziales Profil unterscheidet sich stark von ihren mittelalterlichen Vorläufern, zu denen keine ungebrochene Traditionslinie existiert. Wer heute an Astrologie glaubt, tut dies nicht immer noch, sondern neu und erstmals.

Deshalb findet man die Anhänger der Astrologie inzwischen vor allem in den Großstädten und nicht etwa in ländlichen Regionen mit ihrer stärkeren Traditionsgebundenheit. Die Schulbildung spielt dabei keine Rolle: Universitätsabsolventen erweisen sich in Bevölkerungsumfragen als genauso astrologiegläubig wie Personen mit Hauptschulabschluss. Der Dummheit wird man die Astrologieanhänger kaum bezichtigen können, denn sie schneiden in Intelligenztests nicht schlechter ab als die »Ungläubigen« – in Kreativitätstests sogar signifikant besser.

Offenbar hat auch das naturwissenschaftliche Vorwissen keinen Einfluss auf den Grad der Astrologiegläubigkeit. So verteilte ich an über 1200 Besucher einer Volkssternwarte und eines Planetariums einen Fragebogen, in dem einerseits astronomische Kenntnisse und andererseits die Einstellung zur Astrologie abgefragt wurden. Es gab keinen nennenswerten Zusammenhang zwischen beiden Variablen: Jene Personen, die über profundes astronomisches Wissen verfügten, glaubten genauso häufig an die Astrologie wie jene mit geringer Vorbildung. Die von manchen geäußerte Überzeugung, bloße Vermittlung astronomischen Wissens könne dem Glauben an die Astrologie wirksam entgegenwirken, erscheint daher recht naiv. Die soziologischen Befunde sprechen nicht für eine solche Annahme.

Lediglich geschlossene, naturwissenschaftlich orientierte Gruppen, zum Beispiel astronomische Vereine oder Arbeitsgemeinschaften an naturwissenschaftlichen Instituten, lehnen die Astrologie sehr deutlich ab. Aus soziologischer Sicht dürfte dies allerdings hauptsächlich auf die Wirkungsmächtigkeit der in diesen Gruppen geltenden Normen (»an so etwas glaubt man nicht«) zurückzuführen sein, nicht etwa auf besondere Bestände an Wissen oder Rationalität.

Der letzte Strohhalm – oder nicht?

Verschiedene repräsentative Bevölkerungsumfragen lassen auch nicht erkennen, dass Astrologiegläubigkeit generell mit einer wissenschaftsfeindlichen Haltung oder gar einer fatalistischen Lebenseinstellung einhergehe. So stimmen Astrologieanhänger der Aussage »Die Menschen können wenig tun, um den Lauf ihres Lebens zu verändern« nicht häufiger zu als ihre Kritiker. Befragungen in Ungarn zeigten sogar, dass die Astrologiegegner im Durchschnitt wesentlich fatalistischer eingestellt sind als die Astrologieorientierten. Heutige Horoskopgläubigkeit scheint also nichts mit Schicksalsergebenheit zu tun zu haben.

Macht Astrologie glücklich? Oder sind es gerade die Unglücklichen und Frustrierten, die sich ihr auf der Suche nach dem »letzten Strohhalm« zuwenden? Dies scheint in verschiedenen Ländern recht unterschiedlich zu sein. Während in Ostdeutschland die Astrologie überdurchschnittlichen Zulauf von Per-

sonen bekommt, die sich selbst als »überhaupt nicht glücklich« bezeichnen (unter diesen beträgt der Anteil der Astrologieorientierten 39 Prozent, unter der sonstigen ostdeutschen Bevölkerung nur 23 Prozent), ist es andernorts gerade umgekehrt. In Russland beispielsweise glauben 58 Prozent der »sehr Glücklichen« an die Astrologie, aber nur 39 Prozent der »nicht sehr Glücklichen«. In Westdeutschland gibt es zwischen der Astrologieorientierung und dem subjektivem Glücksgefühl überhaupt keinen Zusammenhang.

Eines fällt jedoch durchgehend auf: Mehr als zwei Drittel der Astrologieanhänger sind Frauen. Unter den Astrologen selbst beträgt der Frauenanteil in Deutschland derzeit 62 Prozent. Das war nicht immer so: Die in allen Ländern zu beobachtende Feminisierung der Astrologie hat sich erst im Verlauf des 20. Jahrhunderts durchgesetzt, vorher war auch dies eine Männerdomäne. Dieser Wandel dürfte mit der zunehmenden Psychologisierung der Astrologie zusammenhängen, die sich immer mehr auf Sinn- und Identitätsfragen konzentriert und von der früheren Prognosenstellerei abkommt.

Was wissen wir über Deutschlands Astrologen? Es gibt etwa fünftausend von ihnen, die zu 98 Prozent in Westdeutschland leben. In der DDR war die Tätigkeit als Astrologe untersagt und nach 1990 hat sich in Ostdeutschland keine nennenswerte Astrologenszene entwickelt.

Zumeist kärgliche Einkünfte

Entgegen einem weit verbreiteten Vorurteil kann man mit Astrologie kein leichtes Geld verdienen: Nur vier Prozent der Astrologen bestreiten ihren Lebensunterhalt allein durch diese Tätigkeit, lediglich jeder vierte von ihnen bezeichnet sich als hauptberuflicher Astrologe. Das Durchschnittseinkommen, das sie bei ihrer Praxis erzielen, beträgt gerade einmal 500 Euro im Monat. Außerdem ist der Dienstleistungsmarkt in diesem Bereich übersättigt und der Konkurrenzkampf entsprechend hart. Damit hängt vermutlich auch zusammen, dass die Anzahl der Astrologen in Deutschland seit Mitte der 1990er Jahre stagniert oder sogar leicht zurückgeht. Vorher hatte sie noch stark zugenommen.

Ihre Einkünfte sind meist hart erarbeitet. Hauptbeschäftigung sind bei 88 Prozent der Astrologen ein- bis zweistündi- >

»Ein Abbild des Makrokosmos«

Interview mit Detlef Hover, Diplompsychologe und erster Vorsitzender des Deutschen Astrologenverbands

Detlef Hover: Reaktion des Astrologen

DETLEF HOVER

ASTRONOMIE HEUTE: Herr Hover, unser Autor Edgar Wunder führt in seinem Beitrag einige soziologische Erhebungen zur Astrologie auf. Stimmen Sie seinen Darstellungen zu?

Detlef Hover: Die Informationen, die Herr Wunder bringt, sind fachlich alle richtig. Teilweise zitiert er ja auch Dinge, die ich selbst im Astrologenverband erhoben habe. Ich empfinde seine soziologischen Ausführungen als sehr hilfreich, weil sie mit vielen Vorurteilen gegenüber der Astrologie aufräumen. Sie zeigen, dass Astrologie eine spezifische Weltsicht ist, mit der man sich inhaltlich auseinander setzen muss.

AH: Durch eine Horoskopanalyse kommt Herr Wunder zu dem Schluss, dass die Astrologie keine astronomische Substanz hat. Welchen Standpunkt haben Sie hierzu?

Hover: Dies ist aus meiner Sicht der schwächste Teil seines Artikels. Wunder beleuchtet überhaupt nicht, wie Astrologen in ihrer Praxis vorgehen. Für die Astrologen stellt der Mensch als Mikrokosmos ein Abbild des Makrokosmos dar. Im Horoskop erstellen sie dann ein symbolisches Abbild des Himmels, eine Himmelslandkarte, welche sie in einem zweiten Schritt als Seelenlandkarte des Menschen interpretieren. Diese Himmelslandkarte wird astronomisch akkurat erstellt. Die Astrologie ist also im weitesten Sinne als Humanwissenschaft zu verstehen – ähnlich der Psychologie. Was Herr Wunder nicht darlegt, ist, dass die Astrologie eine Jahrtausende alte Kulturwissenschaft darstellt und nicht vorrangig eine Naturwissenschaft. Schon Paracelsus sagte, dass sich die Astrologie nicht mit den Planeten am Himmel, sondern mit den Planeten in uns befasse.

AH: Kann die Astrologie tatsächlich – wie oft behauptet – praktische Lebenshilfen bieten?

Hover: Die Lebenshilfe nimmt in der Astrologie eine zentrale Stellung ein. Ich verstehe darunter Selbstfindung und Selbstverwirklichung sowie das Erkennen von psychischen Mustern und Blockaden. Horoskope als Seelenlandkarten sind psychologischen Diagnoseinstrumenten vergleichbar.

AH: Berichten die Klienten, dass sie bestimmte Situationen mit Hilfe der Astrologie besser bewältigen?

Hover: Wenn das nicht so wäre, gäbe es für die Astrologen keinen Markt. Die Menschen kommen mit Berufs-, Partnerschafts-, Sinn- und vielen anderen Problemen zu uns. Den meisten von ihnen können wir helfen.

AH: Das astronomische Wissen wächst unaufhörlich und wir dringen immer tiefer in die Geheimnisse des Kosmos ein. Was kann die Astrologie heute noch vermitteln?

Hover: Die Fortschritte der Naturwissenschaft sind unstrittig und haben ihre Dominanz in den letzten zweihundert Jahren begründet. Die existenziellen Fragen des Menschen aber – wer bin ich, wohin gehe ich, was ist der Sinn meines Lebens – sind so ungelöst wie vor Jahrtausenden. Auch die Naturwissenschaft weiß keine verbindliche Antwort darauf, wie tief sie auch immer in den Weltraum schauen mag. Mit den Hilfestellungen, die die Astrologie hier geben kann, ist sie aus meiner Sicht so attraktiv wie eh und je. Nebenbei bemerkt, hat auch die Astrologie in den letzten hundert Jahren gewaltige Fortschritte gemacht. <<

Das Interview führte **Frank Schubert.**

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Der Tierkreis von Dendera ist eine der ältesten Darstellungen der Sternbilder. Das Gemälde stammt aus dem Hathortempel im gleichnamigen ägyptischen Deltadorf. Deutschlands vielleicht bekanntester Astrologe Winfried Noé (links) gehört zu den Wenigen, die die gesamte Medienindustrie mit astrologischer Unterhaltung beliefern.

> ge persönliche Sitzungen mit Rat suchenden Klienten, die ihre Lebensprobleme einmal astrologisch erörtern möchten. Stammkundschaft bildet dabei eher die Ausnahme, die meisten Klienten lassen es bei einer einzigen Beratungssitzung bewenden. Etwa die Hälfte der Astrologen bietet zusätzlich Kurse und Vorträge für stärker Interessierte an. Völlig untypisch sind hingegen jene drei Dutzend Astrologen (mehr sind es nicht!), die die gesamte deutsche Medienindustrie mit populärer astrologischer Unterhaltung beliefern. Sie sind innerhalb der Astrologenszene mehr oder minder stark umstritten, verdienen durch feste Verträge aber natürlich wesentlich besser.

Wer wirklich am schnellen und einträglichen Geschäft interessiert ist, dem kann angesichts der überwiegend schlechten und unsicheren Verdienstmöglichkeiten nur davon abgeraten werden, sich als Astrologe zu versuchen. Es gibt unter diesen deshalb auch nur sehr wenige jener berüchtigten »Scharlatane«, die aus reiner Geldgier Horoskope erstellen, obwohl sie selbst gar nicht daran glauben. Ein Forschungsbefund zeichnet sich klar ab: Praktisch alle Astrologen sind von der realen Existenz astrologischer Zusammenhänge überzeugt, nicht anders als der Großteil ihrer Klientel.

Fünfzig Prozent der deutschen Astrologen besitzen einen Hochschulabschluss, häufig in einem der heilenden oder helfenden Berufe. Innerhalb des 900 Mitglieder zählenden Deutschen Astrologen-Verbands (DAV) etwa sind sehr häufig Diplompsychologen anzutreffen.

Lebenshilfe statt Zukunftsprognosen

Warum suchen Menschen eine astrologische Beratung auf? Der Großteil der Kunden ist an allgemeiner Selbsterkenntnis interessiert (81 Prozent) sowie an einer Problemdiagnose ihrer gegenwärtigen Lebenssituation (78 Prozent). Nur knapp ein Drittel der Klienten erwarten vom Astrologen Entscheidungshilfen und lediglich ein Fünftel wünscht Prognosen. Deren Erwartung erfüllt sich aber oft nicht, denn die Mehrheit der heutigen Astrologen lehnt es prinzipiell ab, Vorhersagen zu stellen – sowohl aus ethischen Gründen wie auch aus der Überzeugung, dass solche Weissagungen nicht möglich sind.

Bei einer Befragung stimmten zwei Drittel der Astrologen folgender Aussage zu: »Im Horoskop sind keine realen Ereignisse erkennbar, sondern nur die subjektive Bedeutung von Ereignissen für Menschen.« Gemeint ist damit folgendes: Weil eine Horoskopgrafik nur aus Symbolen besteht, könne man daraus auch nur Symbolisches herauslesen. Diese Ansicht schließt eine mehr oder minder scharfe Abgrenzung gegen den Typus des Wahrsagers ein. Überhaupt sind heutige Astrologen gegenüber der Wahrsagerei skeptisch. So wollte bei einer im Jahr 2000 durchgeführten Befragung von 163 Astrologen kein einziger der Aussage »Die Zahl 13 bringt Unglück« zustimmen.

Sehr stark ausgeprägt ist hingegen die Religiosität von Astrologen. Sie glauben wesentlich stärker als die Durchschnittsbevölkerung an ein Leben nach dem Tod (vor allem Reinkarnation) sowie an Gott und höhere Mächte. Gleichzeitig haben sie eine größere Distanz zur Kirche: 55 Prozent sind aus der Kirche ausgetreten und konfessionslos. Zum Vergleich: Die westdeutsche Gesamtbevölkerung weist lediglich 15 Prozent Konfessionslose auf.

Auch die Astrologieorientierten in der allgemeinen Bevölkerung weisen, sowohl in Ost- als auch Westdeutschland, eine überdurchschnittliche Religiosität auf. Beispielsweise glauben 45 Prozent der mindestens einmal wöchentlich betenden Westdeutschen an die Astrologie, aber nur 29 Prozent derjenigen, die niemals beten. Vielfach lässt sich belegen, dass die Astrologie religiöse Sinnstiftungsbedürfnisse befriedigt – allerdings nicht im Sinne einer Ersatzreligion, denn es sind ja in Deutschland gerade die traditionell Gläubigen, die ihr verstärkt zuneigen. Somit wäre der Begriff »Ergänzungsreligion« angebrachter: Für ihre Anhänger stellt die Astrologie keinen Ersatz, sondern eine Ergänzung zu ihrer bisherigen Religion dar.

Häufig werde ich nach dem astronomischen Gehalt eines Horoskops gefragt, also nach dessen wissenschaftlicher Grundlage. Wie wir sehen werden, ist die wissenschaftlich-astronomische Substanz eines Horoskops vernachlässigbar. Daher kann man die Horoskopdeuterei – und damit die Astrologie – ganz sicher nicht als Naturwissenschaft bezeichnen.

Die Abbildung rechts oben zeigt eine typische Horoskopgrafik, wie Astrologen sie ihren Deutungen zu Grunde legen: eine komplexe Konfiguration von Symbolen, die für den Laien zunächst einmal unverständlich ist. Wir entfernen nun Schritt für Schritt all jene Elemente aus der Grafik, die keine naturwissenschaftlich-astronomische Grundlage haben, sondern rein menschliche Konventionen darstellen, die man auch ganz anders hätte festlegen können.

Magere astronomische Substanz

Zunächst habe ich in Abbildung b die Unterteilung der Ekliptik in zwölf gleich große Abschnitte – also die zwölf Tierkreiszeichen – entfernt, denn die Zwölferteilung ist von Menschen erdacht und astronomisch nicht zwingend vorgegeben. Man hätte auch irgendeine andere Unterteilung wählen können. Aus dem gleichen Grund entfernen wir im nächsten Schritt (von b zu c) die »astrologischen Häuser«. Weiterhin wurde der 360-Grad-Messkreis weggelassen, denn es gibt auch hier – außer bloßer Konvention – keinen sachlichen Grund, warum man einen Kreis ausgerechnet in 360 Grad unterteilen sollte.

In der Grafik d habe ich zudem noch die astrologischen »Aspekte« entfernt. Dies sind die Winkel zwischen einzelnen Planetenständen, die als solche zwar objektiv gegeben sind. Es gibt jedoch keinen naturwissenschaftlich nachvollziehbaren Grund dafür, warum die Astrologen nur bestimmte dieser Winkel als relevante Aspekte auswählen und alle anderen ignorieren. Die selektive Auswahl der Aspekte ist eine menschliche Konvention und astronomisch nicht begründbar. So gesehen wäre es nur sinnvoll, entweder alle Winkel einzuzeichnen oder alle wegzulassen. Ich lasse alle weg, weil die Astrologie ihrerseits ja schon jede Menge Winkelbeziehungen ausgelassen hat und ich dies nur noch für die restlichen – aus astronomischer Sicht gleichgestellten – Winkel fortführe.

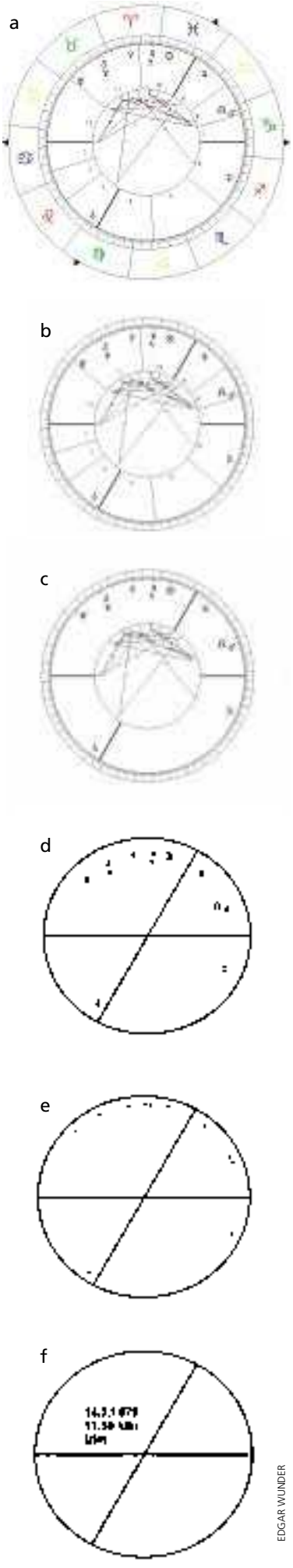
Nach all diesen Schritten sind nur noch einige Symbole geblieben, welche für die einzelnen Planeten stehen. Es ist nun wiederum eine reine Übereinkunft, dass man zum Beispiel das Symbol ♃ dem Jupiter zuordnet und nicht etwa Saturn oder einem beliebigen anderen Planeten. Dieser Punkt ist wesentlich, weil Astrologen stets nur dieses Symbol und die mit ihm verbundenen Mythologien ausdeuten, niemals jedoch die astronomischen Parameter des Planeten selbst – etwa seine Masse, Oberflächentemperatur oder chemische Zusammensetzung. Anders ausgedrückt: Es gibt aus Sicht des Astronomen keinen nachvollziehbaren Grund dafür, das Jupitersymbol und die damit verbundene Mythologie ausgerechnet dem Jupiter zuzuordnen und nicht irgendeinem sonstigen Planeten. Deshalb lasse ich die Symbole auch weg.

Aufs Wissenschaftliche reduziert, bleibt vom Werkzeug der Astrologen nicht viel mehr übrig als ein Ort und eine Zeit. Alles andere, Symbole, Gradeinteilung und Winkel, ist reine Konvention.

Dies führt zur Abbildung e, in der wir gewissermaßen die astronomische Substanz des Horoskops sehen können. Sie lässt sich in drei Aussagen zusammenfassen. Erstens: Der Kreis besagt, dass der Verlauf der Ekliptik am Firmament kreisförmig ist. Zweitens: Die waagerechte Linie bedeutet, dass es einen Horizont gibt. Drittens: Der Winkel zwischen der Horizontlinie und der schrägen Linie macht deutlich, dass die Erdachse gegen die Ekliptik geneigt ist. Diese drei Aussagen sind vom astronomischen Standpunkt zweifelsohne richtig, aber auch trivial.

Die eben durchgeführte Horoskopanalyse belegt, dass es sich bei dem Begriff »Sterndeutung« im Grunde um eine Fehlbezeichnung handelt. Horoskope haben offenkundig nur einen minimalen astronomischen Bezug; ihre Aussagen ergeben sich fast vollständig aus reinen Konventionen ohne naturwissenschaftliche Substanz. Astronomie und Astrologie haben demnach, abgesehen von ähnlich klingenden Namen, kaum etwas miteinander zu tun. Genau dies ist der Grund, warum Astronomen der Astrologie typischerweise verständnislos gegenüberstehen.

Wir dürfen allerdings nicht übersehen, dass die Grafik e auch eine spezifische Verteilung von Punkten enthält, die für Planetenpositionen stehen. (Am Rand sei bemerkt, dass die Planeten als physische Himmelskörper in einem Horoskop nicht vorkommen, sie tauchen nur als Ortspunkte entlang der Ekliptik auf.) Ist nicht vielleicht in den Planetenpositionen eine >



EDGAR WUNDER

AH, FRANK SCHUBERT

Zeitungshoroskope sind weit verbreitet. Der Großteil der praktizierenden Astrologen distanziert sich jedoch davon.

> astronomische Aussage enthalten? Lassen Sie uns dieser Frage nachgehen.

Die Punkteverteilung im Bild e ist genau genommen nichts anderes als eine etwas umständliche Schreibweise für eine Zeit und einen Ort (hier einer Geburt). Da sich die Stellungen der Planeten im Sonnensystem niemals völlig exakt wiederholen, braucht man eine bestimmte Planetenkonfiguration nicht unbedingt als Punktwolke wiederzugeben, man kann die darin enthaltene Information auch viel einfacher ausdrücken: durch die Angabe von Ort und Zeit ihrer Beobachtung. Geben wir die in Abbildung e dargestellte Planetenkonstellation durch Ort und Zeit ihrer Beobachtung wieder, erhalten wir das Bild f. Dort sehen wir, dass das Horoskop für die Geburtsdaten von Albert Einstein erstellt wurde. Andere Horoskope liefern entsprechend andere Geburtsdaten. Daraus können wir die Aussage ableiten: »Die Geburtszeit und der Geburtsort eines Menschen sind für die Horoskopdeutung nicht irrelevant.«

Dies ist nun allerdings keine triviale Hypothese. Man kann sie empirisch prüfen, sodass sie sich als falsch oder richtig herausstellt. Ihre Prüfung fällt jedoch eigentlich nicht in den Zuständigkeitsbereich der Astronomie, sondern eher in den der Psychologie – sie hat die dafür notwendigen ausgefeilten Methoden entwickelt. Für den konkreten Test bietet es sich an, die Hypothese noch etwas genauer zu formulieren, nämlich so: »Wenn man für eine Versuchsperson zwei astrologische Deutungstexte erstellt – den einen auf Grund von korrekten, den anderen auf der Basis falscher Geburtsdaten –, dann kann die Person anhand eines Vergleichs herausfinden, welcher Deutungstext der für sie zutreffende ist.«

Informieren, nicht tabuisieren

Falls die Astrologen der Urteilskraft der Versuchspersonen nicht vertrauen und lieber auf ihr eigenes Urteil setzen, ginge es auch so: »Wenn ein richtiges und ein falsches Horoskop zur Auswahl stehen, kann ein Astrologe mit ziemlicher Sicherheit sagen, welches der beiden das richtige für einen bestimmten Menschen ist, sofern Wesen und Entwicklungsgeschichte dieses Menschen bekannt sind.«

Vor drei Jahren legte ich solche Formulierungen 135 Astrologen zur Beurteilung vor. Die überwältigende Mehrheit (73 beziehungsweise 88 Prozent) meinte, dass sich die Aussagen im Experiment auf jeden Fall als richtig herausstellen sollten. Anschließend führte ich beide Experimente mit insgesamt 1700 Versuchspersonen durch. Das Resultat: Weder die Astrologen noch die übrigen Versuchsteilnehmer waren in der Lage, richtige von falschen Horoskopen zu unterscheiden.

Auf das korrekte Geburtsdatum scheint es also nicht anzukommen. Das heißt aber letztlich: Die von den Astrologen behaupteten Zusammenhänge bestehen nicht. Deshalb ist die Astrologie nicht nur keine Naturwissenschaft, sondern sie erfüllt auch nicht die Ansprüche, die an jede Erfahrungswissenschaft (also auch Sozial- und Humanwissenschaften) zu stellen sind. Dieser Befund mag niederschmetternd klingen. Aber selbst wenn die Astrologie auf falschen Vorstellungen beruht und schwerlich wissenschaftlich genannt werden kann, könnte sie trotzdem – und ganz unabhängig davon – als Lebenshilfe für manche Menschen hilfreich, in gewissem Sinne psychotherapeutisch wirksam sein. Dies gilt es in weiteren Untersuchungen möglichst unvoreingenommen zu prüfen.

Aus meiner Sicht machen die Astronomen in ihrem Umgang mit der Astrologie vor allem zwei Fehler. Die einen erklären die Astrologie zu einem strikten Tabuthema und wollen jede Diskussion dazu vermeiden. Es gibt aber viele gute Gründe (einige davon sind unter www.astronomie.de aufgeführt), warum sich Astronomen und Astronomieinteressierte aus dem Diskurs um die Astrologie nicht völlig heraushalten sollten. Allein die in der Öffentlichkeit nicht seltene Verwechslung von Astronomie und Astrologie zwingt zuweilen zu einer kurzen Stellungnahme.

Andere verfallen in einen notorischen Weltanschauungskampf nach der Devise »Hauptsache dagegen«, egal wie billig und uninformiert die jeweilige Polemik auch sein mag. Solche Kämpfernaturen schaden nicht etwa der Astrologie (denn es ist leicht zu erkennen, dass sie keine faire und ernsthafte Auseinandersetzung suchen), sondern vielmehr der Astronomie und ganz allgemein der Naturwissenschaft. Dies, indem sie der Wissenschaft zu dem Image einer verbohrten Weltanschauungsgemeinschaft verhelfen, statt einen sachlich-nüchternen und undogmatischen Austausch von Kritik und Gegenkritik vorzuleben. <<

Edgar Wunder untersucht als Soziologe die Verbreitung der Astrologie in modernen Gesellschaften. Er ist zurzeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Geographischen Institut der Universität Heidelberg tätig. Als Amateurastronom leitet er auch die Fachgruppe »Populäre Grenzgebiete der Astronomie« der Vereinigung der Sternfreunde (VdS).

Pro:

1. Die Astrologie ist Jahrtausende alt – sie kann also nicht so falsch sein.

Das Alter einer Lehre oder Praxis sagt nichts über ihre Richtigkeit. Die Erde zum Beispiel hielt man jahrtausendelang für eine flache Scheibe. Ohnehin stammen viele Deutungsregeln heutiger Astrologen aus dem 20. Jahrhundert.

2. Die Mondwirkung auf die Gezeiten zeigt, dass sich kosmische Einflüsse auf der Erde bemerkbar machen. Müssen wir deshalb nicht auch mit astrologischen Einflüssen rechnen?

Dann könnte man auch argumentieren: »Weil es Menschen mit unterdurchschnittlicher Körpergröße gibt, müssen wir mit der realen Existenz der Sieben Zwerge rechnen.« Aus dem Nachweis eines bestimmten Einflusses folgt nicht, dass jeder beliebige andere Einfluss angenommen werden kann. Der Einfluss des Monds auf die Gezeiten ist auf astrologische Zusammenhänge nicht übertragbar.

3. Dass es keine wissenschaftlichen Belege für die Astrologie gibt, liegt daran, dass sie noch nicht systematisch erforscht wurde.

Mittlerweile liegen ungefähr 800 wissenschaftliche Studien vor, die den größten Teil astrologischer Lehren systematischen Prüfungen unterzogen haben. Sie wurden hauptsächlich von Astrologen selbst, von Psychologen oder Sozialwissenschaftlern durchgeführt. Bisher konnte kein einziger der behaupteten astrologischen Zusammenhänge zweifelsfrei belegt werden.

4. Die Astrologie beansprucht nicht, eine Naturwissenschaft zu sein. Also sollte man bei ihr auch keine naturwissenschaftlichen Maßstäbe anlegen.

Entscheidend ist, dass viele astrologische Annahmen so formuliert sind, dass sie sich mit naturwissenschaftlichen und statistischen Methoden überprüfen lassen. Die Ergebnisse dieser Prüfungen fallen für die Astrologie nicht sehr vorteilhaft aus.

5. Die Kritiker können nicht beweisen, dass die Astrologie nicht stimmt.

In der Wissenschaft gilt grundsätzlich: Wer eine These aufstellt, muss diese auch selbst belegen. Solange ein Kritiker keine Gegenthese aufstellt, trägt er keine Beleglast, wenn er auf Schwächen in einer vorgebrachten Argumentation hinweist.

6. Ich selbst habe erlebt, dass (m)ein Horoskop auf verblüffende Weise zutraf.

Die Astrologie ist in der Lage, auch bei kritischen Menschen tief greifende Aha-Erlebnisse hervorzurufen. In vielen Experimenten wurde aber gezeigt, dass sich Übereinstimmungen zwischen Horoskop und persönlicher Wahrnehmung rein psychologisch erklären lassen. Auch bei Verwendung falscher Geburtsdaten erleben Menschen auf verblüffende Weise, dass Horoskope zutreffen – solange sie nur glauben, es sei ihr Horoskop.

Kontra:

1. Führende Wissenschaftler haben sich gegen die Astrologie ausgesprochen.

Auch Wissenschaftler können sich irren (und haben sich oft geirrt). Manche Forscher verdammen die Astrologie aus emotionalen Gründen, ohne sich näher mit ihr beschäftigt zu haben – handeln also aus Vorurteilen heraus. In der Wissenschaftsgeschichte finden sich durchaus Gewährsleute »für« die Astrologie, etwa der Astronom Johannes Kepler (1571–1630), der nicht nur aus Geldgründen Horoskope erstellte, sondern selbst von astrologischen Zusammenhängen überzeugt war. Außerdem: In einem wissenschaftlichen Diskurs zählt nicht der Verweis auf Autoritäten, sondern die Argumentation.

2. Die Horoskope in den Zeitungen sind doch offensichtlicher Unfug.

Sowohl Zeitungshoroskope als auch die in der Boulevardpresse verbreiteten astrologischen Prophezeiungen sind hauptsächlich ein Produkt der Unterhaltungsindustrie. Die Mehrheit der heutigen Astrologen in Deutschland distanziert sich davon. In der typischen Praxis heutiger Astrologen geht es nicht um Prognosen, sondern um eine Charakterdeutung und Problemanalyse für die Klienten mit dem Ziel der Lebenshilfe. Wenn man die Astrologie unter dem Hinweis auf Zeitungshoroskope und »Prophezeiungen« abtut, dann ist das etwa so, als beurteilte man den Stand der Astronomie danach, was die Boulevardpresse darüber berichtet.

3. Die Astrologen glauben immer noch, dass sich die Erde im Zentrum der Welt befinde.

Aus Sicht der Astrologen stellt eine Horoskopgrafik symbolhaft und stark schematisiert insbesondere die Stände der Planeten dar, wie sie vom Geburtsort eines Menschen aus erscheinen. Solche Darstellungen sind zwangsläufig geozentrisch, genauer gesagt geburtsortzentrisch. Das hat nichts mit dem Weltbild zu tun.

4. Die Planeten sind viel zu weit weg, um uns zu beeinflussen.

Die meisten heutigen Astrologen behaupten nicht, die Planeten selbst würden uns beeinflussen. Überwiegend vertreten sie die Vorstellung, dass es eine »Qualität der Zeit« gebe. Darunter wird eine Art umfassender Zustand des Universums verstanden, der sich in den makro- und mikroskopischen Bereichen der Welt parallel spiegelt und ablesen lässt. Die Astrologen wollen diesen Zustand durch das Horoskop ermitteln, um daraus auf die Welt der Menschen zu schließen. Das beinhaltet noch keine »Einflusstheorien«.

5. Die Astrologen berücksichtigen nicht, dass sich die Sternbilder im Lauf der Zeit am Himmel verschieben.

Astrologen arbeiten nicht mit Sternbildern, sondern mit Tierkreiszeichen. Beide werden von Laien oft verwechselt. Sternbilder nennt man die am Nachthimmel sichtbaren Sternkonstellationen, Tierkreiszeichen jedoch bestehen nicht aus Sternen, sondern sind fiktive, jeweils dreißig Grad lange Abschnitte entlang der Ekliptik. Sie haben sich in Bezug auf die Jahreszeiten nicht verschoben, denn der Tierkreis beginnt per Definition am Frühlingspunkt.

6. Die Horoskopgläubigkeit verängstigt die Menschen und führt sie in die Irre.

Es gibt keine fundierten Studien, die diese Behauptung untermauern. Seelsorgerische Beratungsstellen berichten übereinstimmend, dass die Beschäftigung mit Astrologie von den Patienten meist als nützliche Bereicherung empfunden wird und ihnen hilft, ihre Lebenssituation zu durchdenken.

Supernovae sind heiß begehrt als Beobachtungsobjekte. Sie lassen sich als »Standardkerzen« für Entfernungsbestimmungen heranziehen, wenn sie explodieren. Hier der Überrest der Kepler-Supernova

NASA / ESA / JHU, RAVI SANKRIT UND WILLIAM P. BLAIR

UNENDLICHE WEITEN

Wie groß ist das Universum wirklich? Astronomen erklimmen eine Leiter, um die Entfernungen zu messen.

>> Stephen Koszudowski

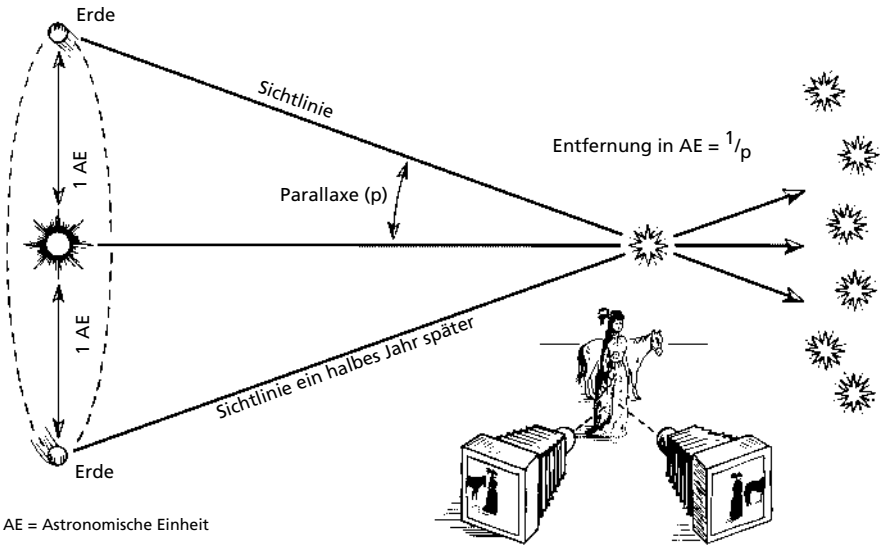
Neulich klingelte in der Redaktion von ASTRONOMIE HEUTE das Telefon. Die Kollegen vom ARD-Quiz mit Jörg Pilawa wollten sich vergewissern, ob ihnen für eine Frage, die sich um Planetenmassen dreht, auch die richtige Antwort vorliegt. Was sie uns genau gefragt haben, dürfen wir nicht verraten, denn die entsprechende Sendung kommt erst nach Erscheinen dieses Artikels – voraussichtlich am 27. Mai. Schalten Sie ein, wenn Sie neugierig geworden sind.

Fast beiläufig wollten die Quizleute auch wissen, wie denn die Massen überhaupt bestimmt werden. Man kann die Planeten ja schlecht auf eine Waage legen. Das Problem ist ziemlich knifflig und man muss einiges über die Bewegung und insbesondere die Entfernung der Planeten wissen, um zum Ziel zu kommen.

Im Jahre 1619 veröffentlichte Johannes Kepler sein drittes Gesetz, das knapp fünzig Jahre später von Isaac Newton mit seinem Gravitationsgesetz erklärte wurde. Er eröffnete damit erstmals die Möglichkeit, die Masse der Körper im Sonnensystem zu ermitteln. Sein Gesetz gilt für zwei Körper, die sich umeinander bewegen, zum Beispiel ein Planet und sein Mond. Kennt man die Masse der beiden und misst die Umlaufzeit, kann man deren genaue Entfernung berechnen. Kennt man nur eine Masse ergibt sich die andere, wenn Umlaufdauer und Entfernung bekannt sind.

Da die meisten Planeten sehr viel mehr Masse besitzen als ihre Monde, lässt sich ohne großen Fehler sagen, dass praktisch die gesamte Masse dieses Systems im Planeten vereinigt ist. Nehmen wir den Jupiter: Die Umlaufzeit seiner Monde können wir durch einfache Beobachtung direkt messen, es fehlt uns noch deren Abstand zu Jupiter (Nahaufnahme, S. 36). Den Winkelabstand am Himmel können wir in Bogenminuten messen. Doch solange wir nicht wissen, wie weit der Gasplanet von uns entfernt ist, kennen wir auch nicht den Bahnradius seiner Monde in Kilometern.

Heutzutage ist es kein Problem mehr, die Erde-Jupiter-Distanz direkt zu bestimmen. Wir senden ein Radarsignal zum Jupiter, wo es reflektiert wird und zur Erde zurückläuft. Wenn wir das Echo empfangen, können wir aus der Laufzeit die Entfernung ermitteln. Doch die Radartechnik gibt es erst seit dem Zweiten Weltkrieg – die Entfernungen der Planeten indes waren >



S&T, STEVEN SIMPSON / AH

Mittels Parallaxenmessung bestimmten die Astronomen einst die Erde-Venus-Distanz. Diese Methode lässt sich in abgewandelter Form auch dazu nutzen, die Entfernungen naher Sterne zu bestimmen.

> schon viel früher bekannt. Wie konnten die Astronomen vergangener Jahrhunderte diese bestimmen?

Versuchen wir uns einmal daran, die Abstände der Planeten im Sonnensystem mit Hilfe der Gesetze von Kepler und Newton zu ermitteln. Unsere Sonne enthält etwa 99 Prozent der Masse des Sonnensystems. Deshalb können wir davon ausgehen, dass, verglichen mit ihr, die Massen der einzelnen Planeten vernachlässigbar sind. Wir setzen nun die Entfernung Erde-Sonne gleich eins – eine Astronomische Einheit – messen die Umlaufzeiten aller anderen Planeten und bekommen auf diese Weise deren relative Bahnradien, also ihren Abstand zur Sonne als Vielfaches des Erde-Sonnen-Abstands.

Da wir aber nicht nur die relativen, sondern auch die absoluten Abstände wissen wollen, müssen wir die Entfernung von wenigstens einem der Planeten zur Sonne in Kilometern bestimmen. Kennen wir zum Beispiel den Bahnradius der Venus, so können wir daraus – anhand der bereits bekannten relativen Entfernungen – alle weiteren berechnen.

Es waren die Astronomen des 18. Jahrhunderts, die, zum Teil unter gefahrvollen Umständen, den Abstand zwischen Sonne und Venus bestimmten – und zwar mit Hilfe der Parallaxenmethode bei einem Venustransit (siehe AH 6/2004, S. 24). Die Methode funktioniert wie folgt: Ein Astronom auf der Nordhalbkugel und ein anderer auf der Südhalbkugel beobachten die Venus während ihres Vorüberzugs vor der Sonnenscheibe. Da sich beide in einem etwas unterschiedlichen Blickwinkel zur Venusbahn befinden, sieht der nördliche Astronom die Venus auf einer etwas südlicheren Bahn über die Sonnenscheibe laufen als sein südlicher Kollege. Beide messen die Dauer des Planetendurchgangs durch die Sonnenscheibe und berechnen daraus die Bahn des Planeten vor der Sonne.

Um die halbe Welt

Dann vergleichen sie ihre Ergebnisse und bestimmen den Winkelabstand der Bahnen, die »Parallaxe«. Da sie wissen, von welcher geografischen Breite aus sie jeweils beobachtet haben und wie groß der Erdradius ist, können sie ihren Abstand zueinander berechnen. Die halbe Entfernung der Astronomen untereinander, geteilt durch den Tangens des halben Winkels, ergibt die Entfernung der Erde zur Venus. Da bekannt ist, dass die Venusbahn einen Radius von etwa siebzig Prozent des Erdbahnradius besitzt, können nun die Abstände Erde-Sonne und Venus-Sonne sowie die Abstände aller weiteren Planeten bestimmt werden.

Die Beobachtungen des Venustransits von 1769 ergaben 151,6 Millionen Kilometer als Wert für die Astronomische Einheit. Das war wesentlich genauer als die zuvor mit Hilfe der Marsopposition bestimmte Entfernung von 138,4 Millionen (1672) beziehungsweise 129,2 Millionen Kilometer (1751).

Eine weitere Möglichkeit, die Entfernung Erde–Sonne zu berechnen, ist die Messung der jahreszeitlich schwankenden Doppler-Verschiebung der Spektrallinien eines Sterns, der nahe der Ekliptik steht. Bewegt sich die Erde auf den Stern zu, verschieben sich die Linien ins Blaue, während sie röter werden, wenn sich die Erde von dem Stern entfernt. Daraus bestimmt man die mittlere Bahngeschwindigkeit der Erde und aus dieser wiederum mit Hilfe der Jahreslänge den Umkreis und den Radius der Erdbahn. Solche Messungen ergaben in den 1940er Jahren ebenfalls 149,4 Millionen Kilometer als Wert für die Astronomische Einheit. 1976 legte die Internationale Astronomische Union (IAU) einen Standardwert für den mittleren Erde-Sonnen-Abstand fest. Er gründet sich auf Radarmessungen und beträgt 149 597 870 Kilometer.

Das Universum fängt am Rand des Sonnensystems aber erst an. Die bei der Venus angewendete Parallaxenmethode funktioniert auch bei der Messung der Entfernungen nahe gelegener Sterne. Allerdings müssen dabei die verschiedenen Beobachtungsorte, von denen aus die Position des Sterns bestimmt wird, deutlich weiter voneinander entfernt sein, als sich dies auf der Erde verwirklichen lässt. Da sich unser Planet im Lauf eines Jahrs aber um die Sonne bewegt, können wir den Stern einmal im Frühjahr und einmal im Herbst anpeilen und haben so als Basis für unsere Parallaxenmessung den gesamten Durchmesser der Erdbahn, also zwei Astronomische Einheiten. Das bedeutet wiederum: Je genauer wir den Wert der Astronomischen Einheit kennen, desto genauer können wir die Entfernung naher Sterne bestimmen.

Hier zeigt sich schon ein grundlegendes Problem der Entfernungsbestimmung im All. Hat man eine Bezugsgröße

GLOSSAR

Kosmische Entfernungsleiter: Von nah bis fern bauen die verschiedenen Methoden zur Bestimmung von Distanzen aufeinander auf, wie die Sprossen einer Leiter. Nur mit dem Unterschied, dass der Abstand immer größer wird und die Unsicherheit in der Methode mehr und mehr zunimmt.
Die Messung mittels Parallaxen ist die unmittelbarste Bestimmung (Grafik oben). Deshalb wurde diese Bezeichnung auch auf andere Methoden übertragen, zum Beispiel »Veränderlichenparallaxe« (Delta-Cephei- oder RR-Lyrae-Sterne aber auch Novae und Supernovae) oder »photometrische Parallaxe« (bei der Anwendung des Entfernungsmoduls auf Standardkerzen).

falsch bestimmt, so werden auch alle daraus abgeleiteten Größen falsch.

Wie weit kommen wir mit der Parallaxenmethode? Wenn wir den Durchmesser der Erdbahn als Basis nehmen (Grafik links, aus AH Oktober 2004, S. 25), können wir mit irdischen Teleskopen die Distanzen von Objekten bestimmen, die bis zu 600 Lichtjahre entfernt sind. Für Entfernungen dieser Größenordnung haben die Astronomen eine neue Maßeinheit eingeführt: das Parsek, kurz für »Parallaxensekunde«). Es ist die Entfernung, in der ein Stern eine Parallaxe von einer Bogensekunde aufweist. Das entspricht 3,16 Lichtjahren oder 206 265 Astronomischen Einheiten.

Hier sind Argusaugen gefragt

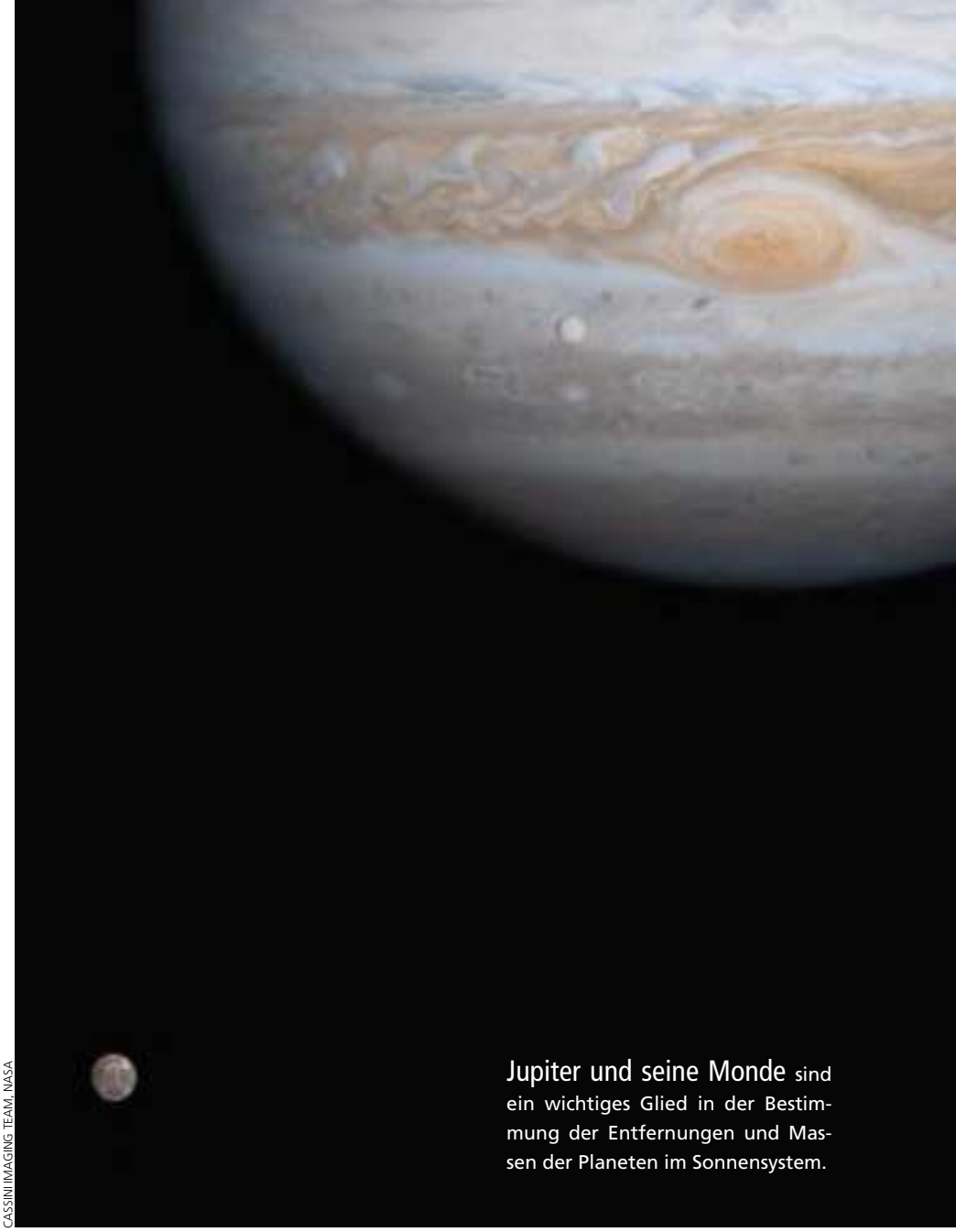
Der Satellit Hipparcos konnte Sternparallaxen mit einer Genauigkeit von 0,001 Bogensekunden messen und mithin Entfernungen bis zu tausend Parsek einigermaßen zuverlässig bestimmen. Im Jahre 1997 kannte man die Parallaxen von etwa 900 Sternen auf zehn Prozent genau, Hipparcos erweiterte diese Zahl auf über 20 000. Der Satellit bestimmte insgesamt fast 120 000 Sternpositionen. Gaia, der für 2012 geplante Satellit zur Entfernungsmessung im All, soll die Genauigkeit von Hipparcos um ein Mehrfaches übertreffen (AH 5/2005, S. 30).

Wir können als Basislänge für eine Parallaxenmessung aber auch jene Strecke wählen, die die Sonne im Lauf eines Jahrs um das Zentrum der Milchstraße zurücklegt. Das sind immerhin vier Astronomische Einheiten oder 600 Millionen Kilometer. Das ist die »säkulare Parallaxe«, die uns Entfernungsmessungen bis zu ungefähr fünftausend Parsek ermöglicht.

Ebenso weit reicht die Methode der »Sternstromparallaxe«. Es gibt offene Sternhaufen, bei denen sich alle Mitglieder auf einen Punkt hin zu bewegen scheinen. Diese Bewegungshaufen wurden 1908 von Lewis Boss entdeckt, als er die Hyaden (Foto S. 34) untersuchte, die in einer Entfernung von 46 Parsek durchs Sternbild Stier ziehen. Die Sternstromparallaxe ergibt sich aus der Eigenbewegung eines Sterns, seiner Geschwindigkeit in Richtung Sonne sowie aus der Lage des Fluchtpunkts des Haufens.

Es bleibt uns noch eine weitere direkte Methode zur Entfernungsmessung, die aber auch nur etwa zweihundert Parsek weit reicht: Die Ermittlung der »dynamischen Parallaxe«. Hierbei wird die Umlaufbahn der Komponenten eines Doppelsterns bestimmt und deren Geschwindigkeiten mit Hilfe der Doppler-Verschiebung gemessen. Daraus errechnen wir den absoluten Abstand beider Sterne. Diesen, in Verbindung mit dem Winkelabstand, ergibt die Entfernung des Doppelsterns von der Erde.

Damit verlassen wir den Bereich, in dem wir die Entfernungen zu anderen Objekten direkt messen können – das heißt, ohne dass wir Annahmen über deren physikalische Eigenschaften machen müssen –, und nutzen den »Entfernungsmodul«. Dabei bedienen wir uns der Tatsache, dass die Helligkeit eines beliebigen Objekts quadratisch mit seiner Entfernung abnimmt.



CASSINI IMAGING TEAM, NASA

Jupiter und seine Monde sind ein wichtiges Glied in der Bestimmung der Entfernungen und Massen der Planeten im Sonnensystem.

Der Entfernungsmodul beschreibt die Beziehung zwischen der absoluten Helligkeit eines Objekts (so und so hell würde es uns erscheinen, wäre es in zehn Parsek Entfernung), seiner scheinbaren Helligkeit (die Helligkeit, die wir messen) sowie seiner Entfernung.

Ohne Fleiß kein Preis

Haben wir die Distanz eines Sterns mit Hilfe seiner Parallaxe bestimmt, so können wir seine absolute Helligkeit berechnen. Gehen wir davon aus, dass alle Sterne eines bestimmten Typs gleich hell sind, so ergibt sich ihre Distanz aus ihrer scheinbaren Helligkeit. Mit dieser Methode kommen wir schon mehrere tausend Parsek weit. Allerdings ist dabei Vorsicht geboten, denn das Licht des Sterns kann durch interstellaren Staub >

> abgeschwächt werden – dann erscheint uns der Stern entfernter, als er tatsächlich ist.

Objekte, deren absolute Helligkeit bekannt ist, nennen die Astronomen Standardkerzen. Ihre bekanntesten Vertreter sind die »Cepheiden« – pulsationsveränderliche Sterne, die nach dem Stern Delta Cephei im Sternbild Kepheus benannt wurden. Es sind Riesensterne hoher Leuchtkraft mit fünf bis fünfzehn Sonnenmassen und ihre Helligkeit schwankt innerhalb von einem bis zu fünfzig Tagen um 0,1 bis 2 Größenklassen. Im Jahr 1912 zeigte Henrietta Leavitt vom Harvard Observatory an mehreren hundert Cepheiden in den Magellanschen Wolken eine Beziehung zwischen ihrer Pulsationsperiode und ihrer Leuchtkraft auf. Anhand von Eigenbewegungen der Sterne konnte Harlow Shapley den Nullpunkt der absoluten Helligkeitsskala festlegen.

Edwin Hubble ermittelte mit der Cepheidenmethode 1924 die Entfernungen einiger Spiralnebel nahe der Milchstraße und konnte nachweisen, dass sie nicht Bestandteil unserer Galaxie, sondern eigenständige Sternsysteme sind. Das war der Grundstein zu seiner bahnbrechenden Entdeckung der Ausdehnung des Kosmos. Heute können mit dem Hubble-Weltraumteleskop Cepheiden in Entfernungen bis zu zwanzig Millionen Parsek vermessen werden.

Aber Vorsicht: Ende der 1990er Jahre musste nach Messungen des europäischen Astrometriesatelliten Hipparcos die bislang angenommene Distanz zu den Cepheiden nach oben korrigiert werden. Diese Korrektur machte es auch erforderlich, den Durchmesser des Universums nach oben zu berichtigen, da alle Sprossen der Entfernungsleiter aufeinander aufbauen.

Eine weitere Gattung veränderlicher Sterne sind die kataklysmischen Veränderlichen, zu denen die Novae zählen. Das sind eruptive Ausbrüche eines Doppelsternsystems aus einem Riesenstern und einem Weißen Zwerg. Die beiden sind sich so nahe, dass Materie vom Riesen auf die Oberfläche des Zwergs strömt. Sobald die Masse, die sich dort als Schale ansammelt, eine kritische Größe erreicht, zündet der Wasserstoff und es kommt zur Kernfusion. Aber im Gegensatz zu einem normalen Stern ist die nukleare Reaktion nicht kontrolliert, sondern läuft einer Fusionsbombe vergleichbar ab. Die Hülle des Zwergs wird mit Geschwindigkeiten bis zu 2000 Kilometer pro Sekunde weggesprengt. Dadurch erhöht sich die Helligkeit des Zwergs in kurzer Zeit um sieben bis zwanzig Größenklassen.

Es fehlt nicht viel zur DIN-Norm

Novae können als Standardkerzen verwendet werden, da sie auf ihrem Höhepunkt annähernd alle gleich hell sind. Sterngucker entdecken sie jedoch meist erst während ihres Ausbruchs oder kurz danach. In einem solchen Fall ist es wichtig, den Helligkeitsabfall der Novae zu verfolgen, um ihre Leuchtkraft auf dem Höhepunkt zu rekonstruieren. Die Entfernungsbestimmung mittels Novae reicht nicht wesentlich weiter als die mit Hilfe von Cepheiden.

Bis zu einigen zehn Millionen Parsek weit reicht dagegen die Entfernungsbestimmung anhand der hellsten Kugelsternhaufen, die eine maximale Leuchtkraft von -12. Größe haben. Man vermutet, dass alle Sterne eines Kugelhaufens zur gleichen Zeit entstanden. Tragen wir nun ihre Leuchtkräfte in einem Hertzsprung-Russel-Diagramm auf (AH Mai 2004, S. 26), erhalten wir eine für Kugelhaufen typische Verteilung. Diese unterscheidet sich für einen nahen und einen weiter entfernten Haufen hauptsächlich durch die Leuchtkraft. Mit Hilfe des Entfernungsmoduls können wir dann die Entfernung des Haufens berechnen.

Geht es noch weiter ins All hinaus als einige zehn Millionen Parsek, bedienen sich die Astronomen den Supernovae des Typs Ia. Diese entstehen ähnlich wie eine Nova in Doppelsternsystemen, nur dass die Materie so schnell auf den Weißen Zwerg einströmt, dass die zur Nova

SEBASTIAN VOLTMER

Star Trek im Stier Rechts und hinter dem hellen, orangefarbenen Aldebaran zieht der Sternhaufen der Hyaden in 150 Lichtjahren Entfernung des Wegs. Dreimal so weit weg: die Plejaden (oben rechts)

führenden Instabilitäten keine Zeit haben sich auszubilden. Stattdessen sammelt sich so viel Masse an, dass der Zwerg unter seiner eigenen Schwerkraft zum Schwarzen Loch kollabiert (AH September/Oktober 2003, S. 28). Auch hier sprengt er die Sternhülle ab, nur mit wesentlich mehr Energie als bei Novae. Die Strahlungsleistung einer Supernovae ist etwa zehntausendmal höher als die einer Nova, sodass sie noch in mehreren Milliarden Parsek Entfernung zu sehen ist. Allerdings ereignen sich solche Explosionen relativ selten – in hundert Jahren ungefähr eine pro Galaxie. Deshalb eignen sie sich hauptsächlich zur Entfernungsbestimmung ganzer Galaxienhaufen, in denen Supernovae – bedingt durch die große Anzahl der beteiligten Galaxien – relativ oft zu sehen sind.

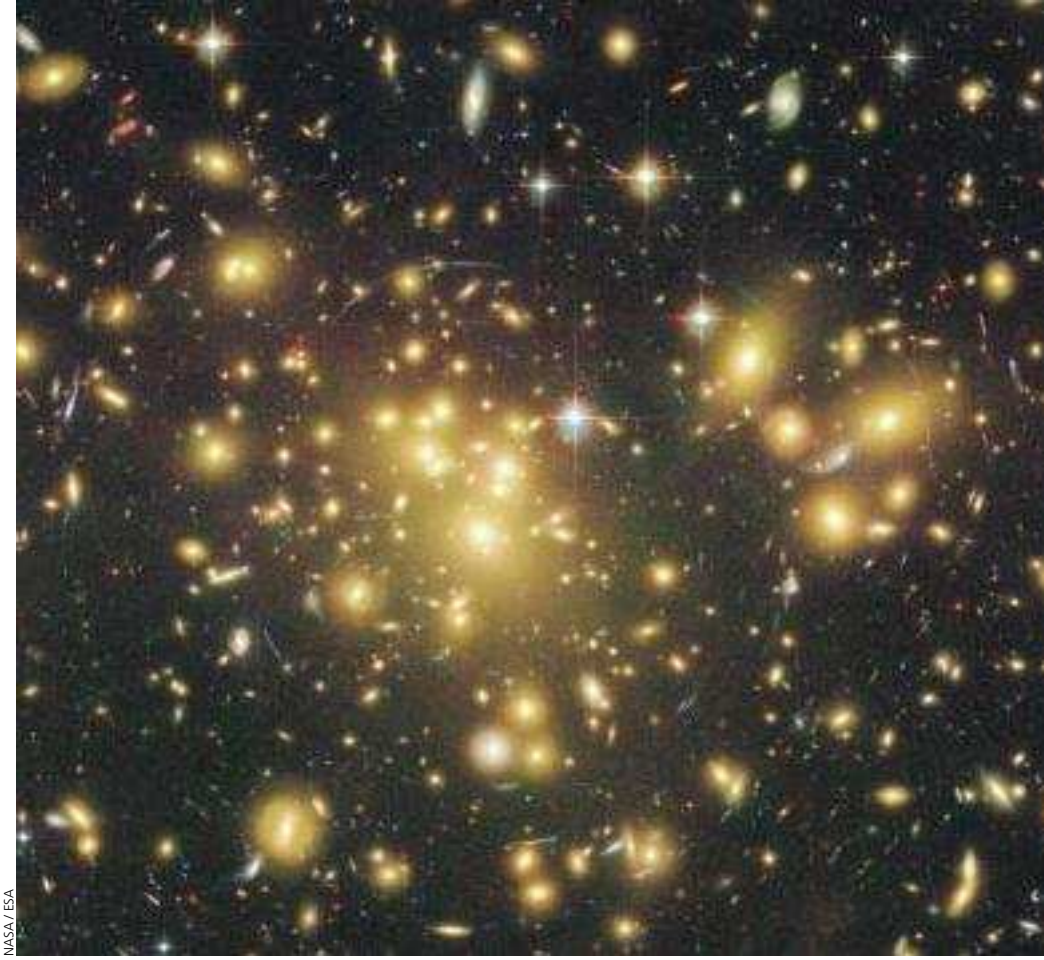
Wenn wir nicht auf eine Supernova warten möchten, bleibt uns bei größeren Entfernungen nur der Schritt weg von Einzelobjekten hin zu den Eigenschaften ganzer Galaxien. Astronomen nehmen dabei die Rotation der Spiralgalaxien unter die Lupe. Durch den Doppler-Effekt werden die Spektrallinien der Teilchen, die sich auf uns zu bewegen, ins Blaue verschoben. Auf der anderen Seite der Galaxie entstehen rotverschobene Linien. Durch die Überlagerung der verschobenen und unverschobenen Anteile wird die Linie im Spektrum breiter und zwar je mehr, desto schneller sich die Galaxie dreht. Dies hängt aber wiederum von ihrer Größe und somit ihrer gesamten Leuchtkraft ab. Diese Beziehung heißt Tully-Fischer-Relation. Der Entfernungsmodul besorgt dann wieder den Rest.

Lichtstrahlen verbiegen

Es gibt noch eine andere Möglichkeit, extrem große Galaxienentfernungen zu messen. Manchmal liegt zwischen uns und der Galaxie eine andere Galaxie oder ein Galaxienhaufen, der als Gravitationslinse wirkt (AH 10/2004, S. 16). Dieser verstärkt das Licht der weiter entfernten Galaxie und bildet sie mehrfach ab. Wenn sich nun in der Galaxie eine Helligkeitsänderung ergibt, so messen wir auf Grund der unterschiedlichen Lichtwege diese Änderung in einem Bild früher als in einem anderen. Aus der Zeitdifferenz und der Lichtgeschwindigkeit können wir dann die Entfernung errechnen.

Wenn wir jedoch bis an die Grenzen des sichtbaren Universums vordringen wollen, bleibt uns zur Entfernungsbestimmung noch die kosmologische Rotverschiebung. Ihr liegt die Annahme zu Grunde, dass sich das Universum ausdehnt und sich dadurch die Galaxien voneinander entfernen. Dies macht sich in einer Rotverschiebung der Spektrallinien bemerkbar, die proportional zur Fluchtgeschwindigkeit und damit zur Entfernung der Galaxie ist. Die Rotverschiebung wird in z angegeben und ist für alles, was wir mit bloßem Auge oder Amateurteleskopen sehen können, noch fast gleich null. 3C 273, der hellste Quasar am Nachthimmel, hat 0,158. Die Rekordhalter bei den Rotverschiebungen erreichen Werte von über zehn (AH Mai 2004, S. 8). Dabei schauen wir aber nicht nur durch den Raum, sondern auch sehr weit in der Zeit zurück, bis etwa 500 Millionen Jahre nach dem Urknall.

Dass der z-Wert nicht notwendigerweise ein verlässlicher Indikator für die Entfernung eines Objekts ist, zeigte eine Entdeckung von Pasquale Galianni im September letzten Jahres. Er untersuchte einen Quasar, der eine Rotverschiebung von 2,114 aufweist und gleichzeitig mit dem interstellaren Gas der Galaxie NGC 7319 interagiert, das aber nur eine Rotverschiebung von 0,22 besitzt. Dass eine Wechselwirkung stattfindet, bedeutet aber, dass sich beide Objekte in der gleichen Entfernung befinden müssen – z also eigentlich gleich groß sein müsste.



NASA/ESA

Bis Rotverschiebung sechs ließ die über zwei Milliarden Lichtjahre entfernte Gravitationsline des Galaxienhaufens Abell 1689 das Hubble-Weltraumteleskop schauen.

Sollte sich zeigen, dass dieser seltsame Befund nicht durch einen von der kosmologischen Rotverschiebung unabhängigen Effekt verursacht wird, müssen wir unsere Vorstellungen vom räumlichen Aufbau des Kosmos und seiner Geschichte überdenken. Gerade hierzu scheint momentan ein Dogmenstreit stattzufinden. 2004 beschwerten sich verschiedene Astrophysiker in einem offenen Brief über die einseitige Unterstützung des kosmologischen Standardmodells mit Forschungsgeldern. Er wurde inzwischen von über einhundert Wissenschaftlern unterzeichnet. Vielleicht sollten sich die Naturwissenschaftler den Satz des Psychologen Alfred Adler zu Eigen machen: »Es kann auch alles ganz anders sein.« <<

Stephen Koszudowski arbeitet als Wissenschaftsjournalist und freier Autor in Heidelberg.

NASA, JPL / U. ARIZONA

Cassinis Blick **beim Vorbeiflug im Dezember 2000 können Sie natürlich mit keinem Fernrohr erreichen. Aber die Monde und ihre Schatten – hier Europa – sehen Sie schon mit kleinen Instrumenten.**

Jupiter – König der Planeten

Auf welche Weise Sie ihn auch beobachten – der riesige Gasplanet ist immer ein beeindruckender Anblick.

>> J. Kelly Beatty

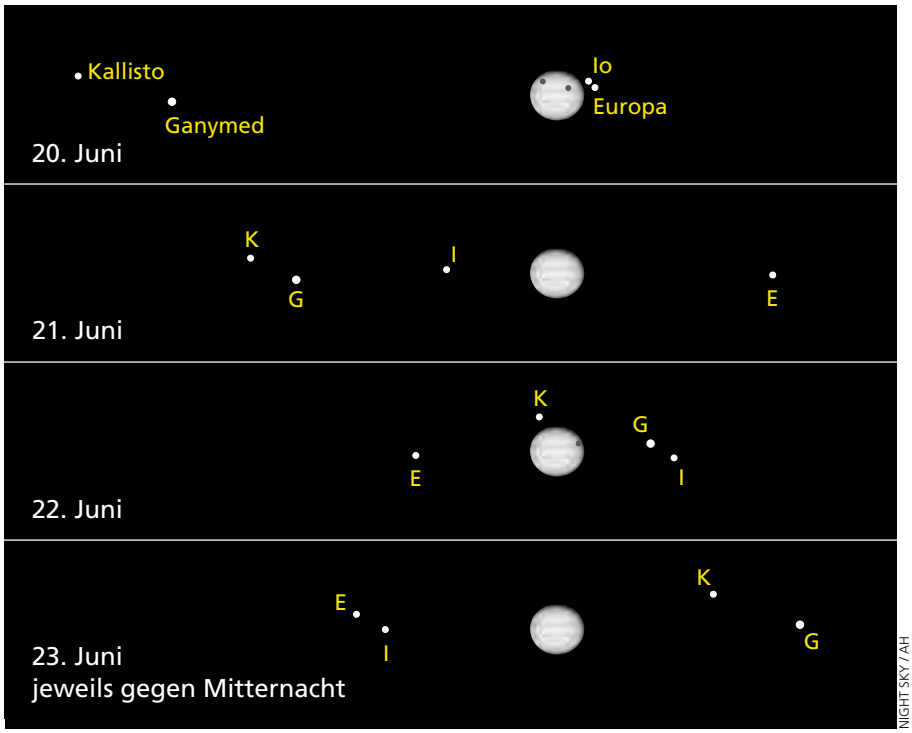
Welcher ist Ihr Lieblingsplanet? Lautet die Antwort »Mars«, sind Sie jedenfalls in guter Gesellschaft. Der Rote Planet war vergangenes Jahr oft in den Schlagzeilen – und als wahrscheinlichste Heimat für außerirdisches Leben übt Mars auf uns Menschen seit eh und je eine besondere Faszination aus. Vielleicht gefällt Ihnen auch Saturn am besten: Die Wenigsten vergessen den Moment, als sie zum ersten Mal durch ein Teleskop die wunderschönen Ringe dieses Planeten erblickten.

Mein Lieblingsplanet ist jedoch Jupiter. Durch ein Fernrohr betrachtet bietet er mehr als jeder andere Planet, das macht ihn zu etwas ganz Besonderem. Er ist der einzige Körper im Sonnensystem, auf dessen Oberfläche deutliche Details zu sehen sind – fast unabhängig von der Größe des verwendeten Instruments. Und dann sind da noch seine vier großen Monde, die wie Glühwürmchen immer um ihn herumtanzen.

In der römischen Mythologie war Jupiter der König der Götter, und wie dieser regiert sein planetarischer Namensvetter gerade hoheitsvoll über den Nachthimmel. Es ist nicht weiter schwierig, diesen strahlenden Punkt nach Sonnenuntergang aufzufinden: Hoch im Südwesten leuchtet er bei Weitem heller als alle Sterne in diesem Teil des Himmels.

Um Jupiter ist immer was los!

Die großen Monde werden oft vom Planeten verdeckt oder sie werfen Schatten auf seine Oberfläche.



NIGHT SKY / AH

Venus ist zwar zwei Größenklassen heller, doch sie geht rund eine Stunde nach der Sonne unter. So ist Jupiter der uneingeschränkte Herrscher über den Nachthimmel.

Bevor Sie aber diesen Planeten durch ein Fernrohr beobachten, nehmen Sie doch erst einmal einen Feldstecher zur Hand. Stützen Sie Ihre Arme während der Beobachtung an einem Baum oder einer Wand ab, um einen möglichst unverwackelten Anblick zu genießen. Ab etwa siebenfacher Vergrößerung wird Ihr Feldstecher (der in diesem Fall eine Bezeichnung wie 7×35 oder 7×50 trägt) Jupiter als winziges weißes Scheibchen zeigen. Blicken Sie nun direkt neben den Planeten: Sehen Sie dort eine Reihe schwacher »Sternchen«? Jedes dieser Pünktchen ist ein Mond – etwa gleich groß oder sogar noch größer als unser Erdmond. Sie erscheinen nur deshalb so winzig und leuchtschwach, weil sie etwa 2000-mal weiter von der Erde entfernt sind als unser Trabant.

Versteckspiel der Monde

Schauen Sie nun durch Ihr Teleskop, und zwar zunächst mit einem nur schwach vergrößernden Okular (also jenem mit der größten Brennweite – Sie finden sie üblicherweise vorne oder auf der Seite eingraviert), und bringen Sie Jupiter in die Mitte des Gesichtsfelds. Fokussieren Sie sorgfältig, sodass die Monde als scharfe Punkte erscheinen. Warten Sie, bis die Vibrationen nachgelassen haben und sehen Sie in Ruhe durch das Teleskop. Es sollte sich Ihnen ein Anblick präsentieren so ähnlich wie auf den vier Illustrationen oben.

Die Monde sind jetzt wesentlich auffälliger als im Feldstecher. Je nachdem, zu welcher Zeit Sie beobachten, sehen Sie zwei, drei oder alle vier. Die Anzahl und die Positionen verändern sich von Nacht zu Nacht, oder – wenn Sie so viel Geduld haben – sogar von Stunde zu Stunde. Das Auftauchen und Verschwinden liegt daran, dass die Monde auf ihren Bahnen manchmal vor Jupiter vorbeiwandern, manchmal vom Planeten verdeckt und zu anderen Zeiten auch von Jupiters Schatten verfinstert werden. Als Galileo Galilei diese »Sternchen« im Jahr 1610 zum ersten Mal erblickte, war er von diesem »Versteckenspiel« zunächst verwirrt. Er erkannte jedoch bald, dass die Monde Jupiter umkreisen und so eine Art Miniatur-Sonnensystem bilden.

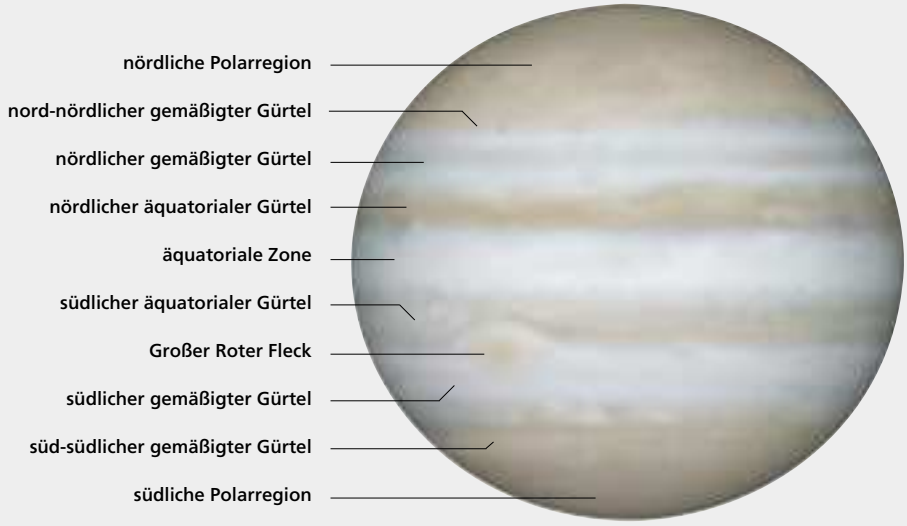
Die vier Monde heißen Io, Europa, Ganymed und Kallisto, zusammen die Galileischen Monde – und es ist nicht ganz einfach, sie auseinander zu halten. Kallisto ist normalerweise am weitesten von Jupiter entfernt (aber nicht immer), und Ganymed ist ein wenig heller als seine Geschwister. Zum Glück ist Hilfe nur wenige Mausklicks entfernt: Ein praktisches Identifikationshilfsmittel ist im Internet unter http://SkyandTelescope.com/jupmoons zu finden.

Beobachten Sie nun Jupiter selbst. Zentrieren Sie das runde Scheibchen im Gesichtsfeld Ihres Teleskops und wechseln Sie dann zu einem Okular mit höherer Vergrößerung (niedrigerer Brennweite). Stellen Sie erneut scharf. Wenn Sie nun das Planetenscheibchen genau betrachten, sollten Ihnen zwei Dinge auffallen: Zunächst erscheint der Globus nicht wie eine perfekte Kugel. Jupiter ist ein Gasriese, er besteht fast vollständig aus Wasserstoff und Helium. Die sichtbare Oberfläche ist tatsächlich die äußerste Schicht einer dicken Wolkendecke, die hoch oben in einer Tausende von Kilometern mächtigen Atmosphäre schwebt. Jupiter rotiert derartig schnell – für eine Umdrehung benötigt er weniger als zehn Stunden – dass sich seine Äquatorregion dabei deutlich sichtbar ausbeult.

NIGHT SKY; C. M. UTTER

Feldstecher entlarven den hellen Jupiter als Planetenscheibchen, wenn sie mindestens siebenfache Vergrößerung (»7×«) haben.

Die Wettervorhersage für Jupiter: durchgehend bewölkt!



Die sich abwechselnden hellen Zonen und dunklen Gürtel haben sich über Jahrhunderte hinweg kaum verändert. Tatsächlich aber spielt sich hier ein kompliziertes Wettergeschehen mit zahlreichen Wirbeln und schnellen Winden ab. Sie können dies sehen, wenn Sie ein Fernrohr mit hoher Vergrößerung haben oder Bilder der Raumsonden Pioneer-10 und -11, Voyager-1 und -2, Ulysses, Galileo und zuletzt Cassini studieren.

LINKS: THOMAS A. DOBBINS; RECHTS: YU GU

»Zebrastreifen« sind ein Wahrzeichen Jupiters. Teleskope mit entsprechender Optik lassen Sie auch einen Blick auf den Großen Roten Fleck werfen. Links ist der Mond Io zu sehen.

Die Galileischen Monde können Sie mit praktisch jedem Amateurteleskop aufspüren. Hier wirft Ganymed, der größte Mond des Sonnensystems, seinen Schatten auf Jupiter.

> Außerdem sollten zwei gelblich braune Streifen zu sehen sein, die parallel zur Perlenkette der Galileischen Monde verlaufen. Die dunkleren Wolkenbänder in der Jupiteratmosphäre bezeichnet man als Gürtel, die helleren Bereiche als Zonen. Wie ein Sandwich schließen der nördliche und der südliche äquatoriale Gürtel die äquatoriale Zone ein. Beträgt die Öffnung Ihres Teleskops sechs Zoll (etwa 15 Zentimeter) oder größer, können Sie vielleicht in der Nähe der Pole einige weitere Gürtel und Zonen unterscheiden.

Ein Wirbelsturm, älter als wir alle

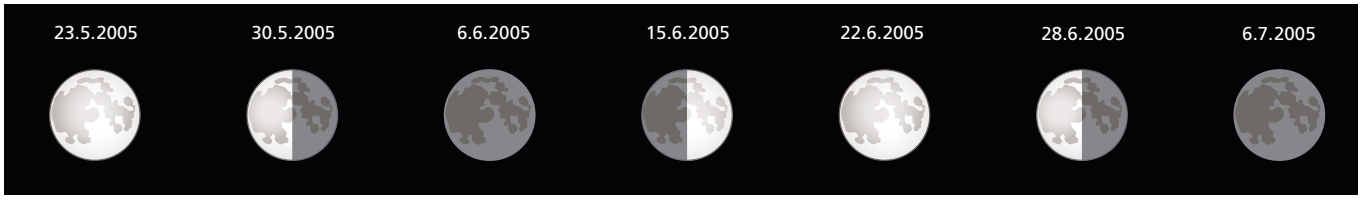
Jupiters wohl berühmteste Wolkenformation ist der Große Rote Fleck – ein gigantischer Sturm von ovaler Form, der etwa doppelt so groß ist wie die Erde. Astronomen beobachten diesen Fleck schon seit mindestens 150 Jahren, doch sie wissen immer noch nicht, welche chemischen Elemente für seine markante Farbe verantwortlich sind. Wie jeder große Sturm hat auch der Große Rote Fleck sein Erscheinungsbild im Lauf der Zeit verändert, insbesondere seine Farbe, die zurzeit etwas intensiver ist als in den vergangenen Jahren. Doch erwarten Sie nicht, einen knallroten Punkt zu sehen. Er ist nur sehr zart gefärbt – eher ein helles Orange als ein tiefes Rot.

Sie können den Fleck auch indirekt finden: Dazu suchen Sie nach der Einbuchtung, die er im südlichen äquatorialen Gürtel verursacht, eine Struktur, die man als Red Spot Hollow, als Bucht des Großen Roten Flecks, bezeichnet.

Eine kleine Warnung: Es ist eine echte Herausforderung, den Großen Roten Fleck mit einem kleinen Teleskop zu finden. Die größte Aussicht auf Erfolg haben Sie, wenn sich der Fleck nahe der Mitte des Planetenscheibchens befindet. Wann dies der Fall ist, können Sie am besten mit Hilfe der Webseite http://SkyandTelescope.com/redspot herausfinden. Die rasche Rotation des Planeten hat zur Folge, dass die angegebenen Beobachtungsfenster jeweils nur etwa eine Stunde lang für Sie geöffnet sind. Bereiten Sie sich also darauf vor, mehrere aufeinander folgende Nächte in die Suche nach dem Großen Roten Fleck zu investieren.

Welche Instrumente Sie auch immer dafür verwenden: Jupiter ist so leicht zu beobachten, dass er zu jeder Zeit ein einladendes Objekt darstellt und genau deshalb ist er auch mein Lieblingsplanet. <<

J. Kelly Beatty, Redakteur bei S&T, beobachtet Jupiter schon seit über vierzig Jahren.



Dreisamkeit im Juni

Das Sommerdreieck, drei Sternhaufen und drei Planeten werfen sich diesen Monat für uns in Schale.

>> Fred Schaaf

Der Sommer wirft seine Schatten voraus, selbst der Sternhimmel auf unserer Übersichtskarte zeigt die wichtigsten Vorboten: Hoch im Osten bis Südosten sieht man das große Sommerdreieck, bestehend aus Wega (Alpha Lyrae, α Lyr) in der Leier, Deneb (Alpha Cygni, α Cyg) im Schwan und Atair (Alpha Aquilae, α Aql) im Adler. Einer der wichtigsten Sommersterne, der glutrote Antares im Skorpion, ist mittlerweile schon durch den Meridian gelaufen und zeigt sich tief im Südsüdwesten. Doch lassen Sie uns nicht zu schnell über den Himmel huschen! Die Sternbilder, die diesen Monat ihre maximale Höhe erreichen, glänzen zwar nicht alle mit leuchtstarken Sonnen, sind aber vom astronomischen und mythologischen Standpunkt aus sehr spannend.

Tierkreis im Wandel

Das erste dieser Sternbild sehen Sie im Südwesten: die Waage (»Libra«). In der Antike gehörten ihre Sterne noch zum viel größeren Skorpion (»Scorpius«) und stellten seine Scheren dar. Erst die Römer machten aus ihnen die Waage der Gerechtigkeit. Die herausragendsten Objekte dieses Sternbilds sind Alpha und Beta Librae, die auch als Zuben Elgenubi und Zuben Eschemali in Karten auftauchen. Aus dem Arabischen übersetzt bedeuten diese Namen »südliche« und »nördliche Klaue«. Wenn Sie scharfe Augen haben oder ein Fernglas besitzen, können Sie erkennen, dass Alpha Librae ein Doppelstern ist.

In der Verlängerung der Linie von Alpha über Beta Librae hinaus liegt die westliche Hälfte der Schlange (»Serpens«). Dieser Teil enthält den Kopf der Schlange und wird in vielen Karten deshalb als Schlangenkopf (»Serpens Caput«) beschriftet. Dort finden wir den orangefarbenen Stern Alpha Serpentis (α Ser) oder Unukalhai, übersetzt »Schlangenhals«. Er weist den Weg zu einem wunderschönen Deep-Sky-Objekt, dem Kugelsternhaufen M 5.

Der östliche Teil des Sternbilds wird Schwanz der Schlange (»Serpens Cauda«) genannt. Das Sternbild Schlangenträger (»Ophiuchus«) trennt ihn von Kopf und Hals. Der Schlangenträger ist der Legende nach ein Heiler, der die Schlange festhält. Sie ist seit den Griechen das Symbol für Medizin.

Über dem Schlangenkopf, hoch im Südwesten in der Nähe des Zenits, stehen zwei weitere faszinierende Sternbilder: die Nördliche Krone (»Corona Borealis«, CrB) und Herkules. Ihre interessantesten Gebiete befinden sich auf einer Linie vom blendend hellen Arktur (Alpha Bootis) im Bärenhüter zu der nur wenig schwächeren Wega. Den Halbkreis der Nördlichen Krone schmückt der Stern Gemma oder Alphekka (Alpha Coronae Borealis) wie ein Edelstein.

Das Sternbild Herkules geht auf Herakles zurück, den wohl bekanntesten Helden der griechischen Mythologie. Es zeichnet sich durch den berühmtesten aller Kugelsternhaufen aus: M 13. Mit einem 150-Millimeter-Teleskop erkennen Sie, wie sich das verschwommene Schimmern von M 13 in viele Pünktchen aus Licht auflöst – quasi die Spitze des Eisbergs seiner hunderttausend Sterne. Aber verpassen Sie nicht, auch nach dem ebenfalls eindrucksvollen Kugelsternhaufen M 92 zu sehen, auf halbem Wege zwischen M 13 und dem Kopf des Sternbilds Drache.

Planeten im Juni

Dieser Monat beschert uns ein sehr enges Zusammentreffen dreier Planeten. Sie können sie ab der zweiten Juniwoche ungefähr eine Dreiviertelstunde nach Sonnenuntergang tief im Westsüdwesten finden (Grafiken rechts oben). Mit Ferngläsern erkennen Sie die leuchtschwächeren Planeten leichter, vor allem, wenn das Wetter diesig ist.

Venus ist der hellste Planet des Trios. Wenn Sie jeden Abend in der Dämmerung nach ihr Ausschau halten, werden Sie feststellen, dass sie stetig höher wandert. Saturn, der Zweite im Bunde, steigt dagegen immer weiter hinab. Den größten Teil des Monats bleibt er links oberhalb der Venus, kommt ihr aber allmählich immer näher. Merkur ist der Letzte, der sich mit einer Helligkeit ähnlich der des Ringplaneten zu den anderen gesellt. Ab der zweiten Hälfte des Monats ist er weit genug von der Sonne entfernt, damit Sie ihn mit bloßem Auge entdecken können. Er steigt anfänglich etwas schneller als Venus.

Am 24. Juni steht Saturn direkt links von dem Pärchen Venus und Merkur. An

den nächsten beiden Abenden sitzen die drei Sonnentrabanten so dicht aufeinander, dass Sie die komplette Szenerie allein mit der Spitze ihres kleinen Fingers in einer Armlänge Entfernung verdecken können.

Noch sechs weitere Nächte lang sind die beiden inneren Planeten des Sonnensystems weniger als ein Grad voneinander entfernt, wodurch sie bei schwacher Vergrößerung zusammen in das Gesichtsfeld der meisten Teleskope passen. Am 27. Juni haben sie die geringste scheinbare Entfernung voneinander und sind nur ein Zehntel Grad getrennt – das entspricht einem Fünftel des Vollmonddurchmessers. Durch ein Teleskop können Sie leicht die Phasen der Planeten miteinander vergleichen: Die silbrige Venus ist beinahe vollständig erhellt, während etwas mehr als die Hälfte des von der Erde aus sichtbaren Merkurscheibchens von der Sonne angestrahlt wird.

Jupiter steht in der Abenddämmerung hoch im Südwesten (Nahaufnahme, S. 36). Mars geht erst nach Mitternacht auf und wird im Lauf des Monats immer heller.

Ein extrem dünner Mond präsentiert sich rechts unterhalb von Venus am 7. Juni (Grafik oben links). Am nächsten Abend ist er bereits ein wenig dicker, wenn er über ihr steht. Am 9. Juni quetscht sich der Mond gegen Einbruch der Nacht an Pollux vorbei. Anschließend pirscht er sich bis zum 15. Juni an Jupiter heran, wenn beide gegen 1 Uhr gemeinsam untergehen. Am 29. Juni geht der Mond um die gleiche Uhrzeit gemeinsam mit Mars auf.

Die Sonne erreicht die Sommersonnwende am 21. Juni um 8.46 Uhr MESZ und läutet damit offiziell den Beginn des Sommers auf der Nordhalbkugel ein. <<

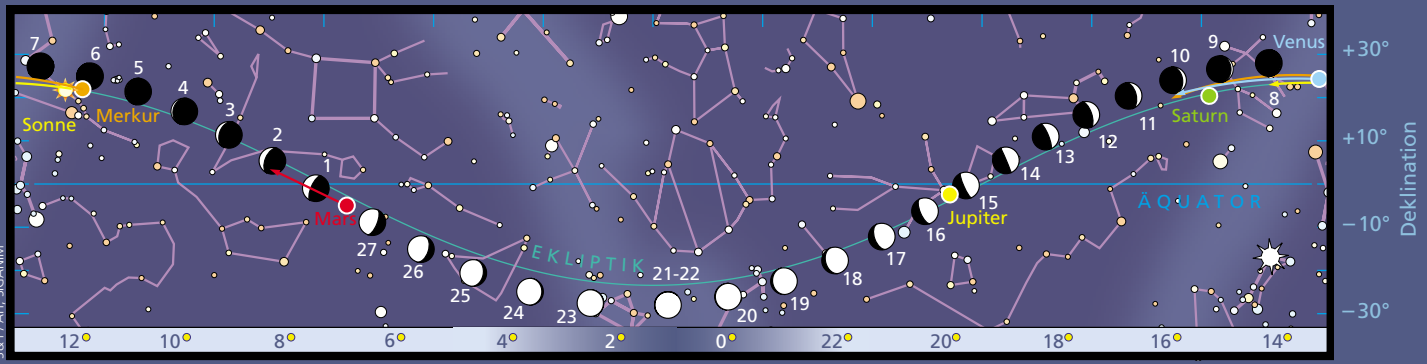
Dreifaches Überholmanöver

Merkur, Venus und Saturn kämpfen um die abendliche Pole-Position auf der ekliptikalen Planetenrennbahn.

Das Monatspanorama zeigt Phasen und Positionen des Monds vom 1. bis zum 27. Juni. Die Pfeile kennzeichnen die Wege von Sonne und Planeten von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Uhrzeit an, wann der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

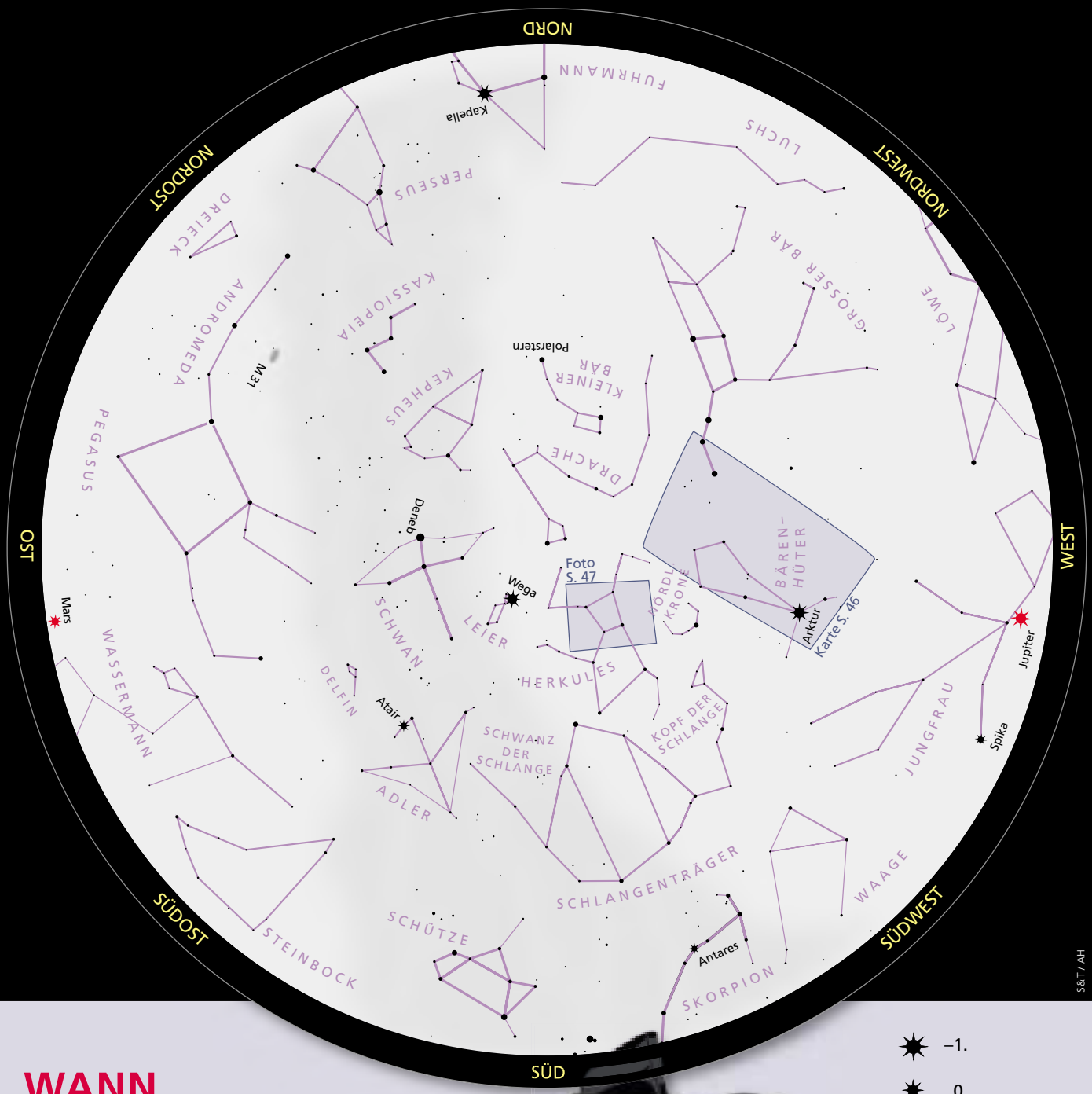
Im Gegensatz zu einem Astrologen kann Sky&Telescope-Redakteur **Fred Schaaf** Ihnen Sonne, Mond und Planeten am Himmel tatsächlich zeigen!

Der Mond und die Planeten im Juni 2005



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

STERNTAFEL



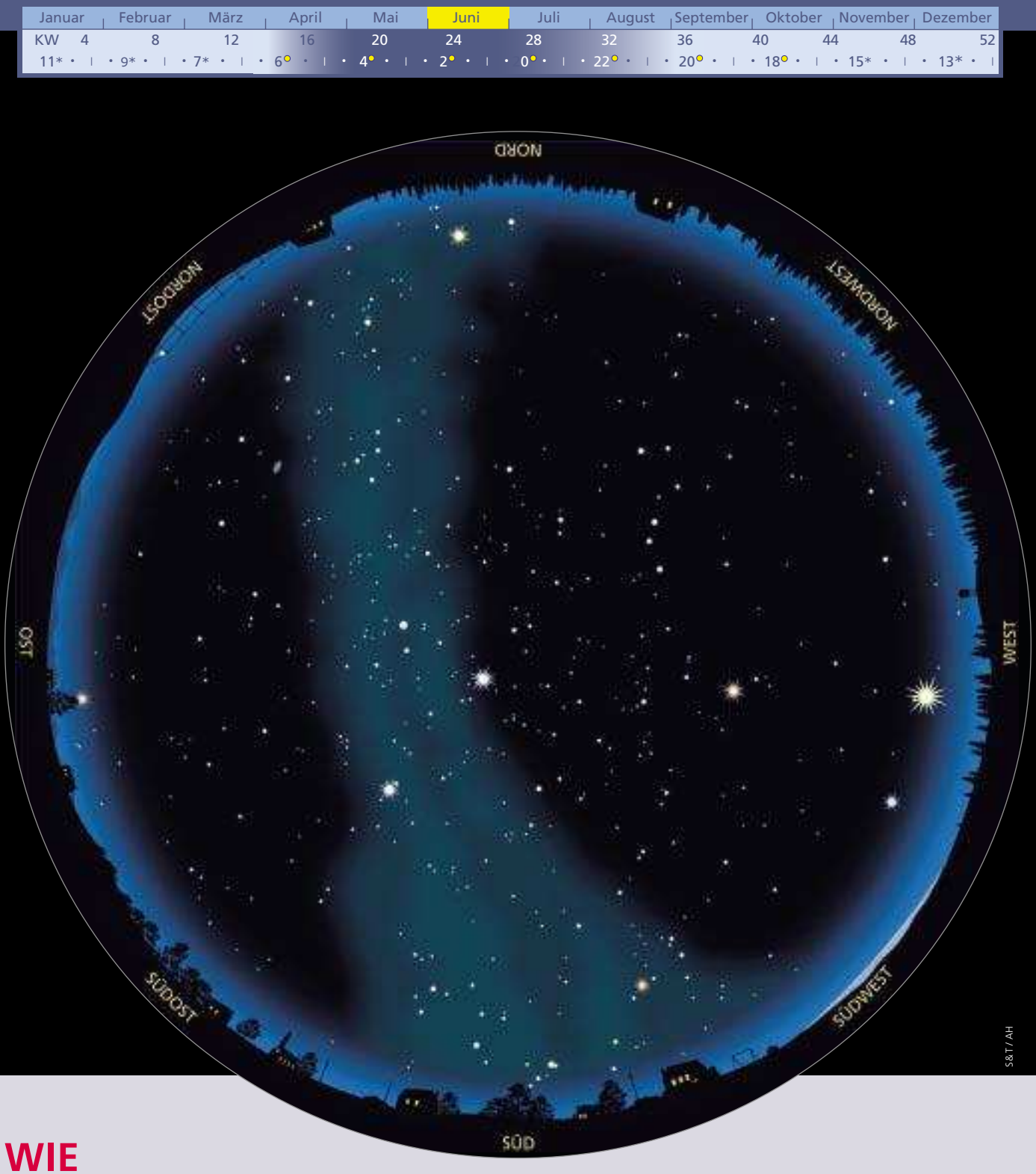
WANN

Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

Mai, zweite Hälfte: **3 Uhr**°
Juni, erste Hälfte: **2 Uhr**°
Juni, zweite Hälfte: **1 Uhr**°

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse



WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmel so, wie er sich Ihnen zu den ganz oben angegebenen Zeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder und Namen der hellen Sterne. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen dann direkt über dem Horizont. Der im Zentrum der Karte dargestellte Himmelsausschnitt befindet sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Jupiter steht bereits tief im Westen und geht bald unter. Mars dagegen geht im Osten gerade auf. Der »Gegenmars« Antares im Skorpion steht im Südsüdwesten. Hoch im Südosten prangt das »Sommerdreieck« aus Wega, Deneb und Atair. Hier haben Sie die besten Chancen, die Milchstraße zu sehen.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.

GEORGE R. VISCOME

Folge dem Bogen

Viele kennen den Bärenhüter nur wegen seines hellen Hauptsterns Arktur. Doch er glänzt auch mit zahlreichen Deep-Sky-Objekten!

>> Sue French

Charles Messier entdeckte diesen Sternhaufen, als er 1779 Komet Bode verfolgte, und trug ihn als dritten in seinen berühmten Katalog ein. Das Foto zeigt ein Feld von etwa einem halben Grad Breite.

Das Sternbild Bärenhüter (»Bootes«) ist am Himmel sehr einfach zu finden. Der bekannte Große Wagen führt Sie zu ihm, und zwar nach dem Merksatz: »Folge dem Bogen zu Bärenhüter.« Die Verlängerung der Wagendeichsel führt uns nämlich direkt zu Arktur, dem Hauptstern im Bärenhüter (Karte in AH April 2005, S. 49 oben). Von diesem strahlend goldenen Stern erstreckt sich die dünne, einem Flugdrachen ähnliche Form des Sternbilds nach Nordosten. Einer der Arme des Bärenhüters reicht an die Deichsel des Wagens, so als würde er den Großen Bären beim Schwanz packen. Vielleicht ist das Hinterteil der Bärin deshalb so lang gezogen, weil sie vor Bootes flieht, während beide um den Polarstern jagen.

Obwohl er leicht zu finden ist, denken viele Sterngucker, dass es im Bärenhüter keine Deep-Sky-Objekte zu sehen gibt. Ich fragte einige Mitglieder meines Astronomieklubs, welche Beobachtungsziele sie im Bärenhüter kennen. Die einzige Antwort war Izar (Epsilon Bootis, ε Boo), ein wundervoller goldener und weißer Doppelstern. Doch birgt dieses Sternbild noch mehr Wunder. Lassen Sie uns ein paar davon bestaunen.

Napoleons Hut und mehr

Beginnen wir mit der Arktur-Gruppe. Ich begegnete dieser Ansammlung von Sternen 5. bis 9. Größe zum ersten Mal im Buch »Star Clusters« von Brent Archinal und Steven Hynes. Das Werk ist im englischsprachigen Raum sehr bekannt und wurde auch in Sky & Telescope vorgestellt. Die Autoren haben die wahrscheinlich erste Erwähnung dieser Gruppe ausgegraben: Sie findet sich in der 1856 erschienenen Ausgabe »The Geography of the Heavens« von Hiram Mattison und Elijah H. Burrit. Dort wird sie beschrieben als »eine sternreiche Gruppe in der Gegend von Arktur, den Stern umgebend. Kann mit kleinen Teleskopen gesehen werden«. Die Karte im Begleitatlas zum Buch zeigt 48 Sterne, leider ist weder der Maßstab noch Richtung angegeben.

Bereits mit einem Feldstecher sehen Sie eine der Beschreibung recht ähnliche Sternansammlung. Ihr Kern hat eine Ausdehnung von ungefähr dreieinhalb auf zwei Grad, wobei die lange Achse in Ost-West-Richtung liegt. Ausläufer dehnen sich bis ungefähr fünf mal drei Grad aus. Ein kleines Fernrohr zeigt die gelbe und orange Farbe mancher Mitglieder, aber nur wenige Teleskope haben ein Gesichtsfeld, das groß genug ist, um die gesamte Gruppe einzufangen. Die Ark-

Beobachtungstipps für den Bärenhüter						
Name	**Art des Objekts**	**Ausdehnung**	**scheinbare Helligkeit (Größe)**	**Flächenhelligkeit (Größe)**	**Rektaszension**	**Deklination**
Arktur-Gruppe	Asterismus	etwa 5 Grad	–	–	$14^h\,19{,}5^m$	+19° 04′
Picot 1	Asterismus	20′ × 7′	–	–	$14^h\,14{,}5^m$	+18° 34′
NGC 5466	Kugelsternhaufen	9′	9,0	–	$14^h\,05{,}5^m$	+28° 32′
M 3	Kugelsternhaufen	18′	6,2	–	$13^h\,42{,}2^m$	+28° 23′
NGC 5529	Spiralgalaxie	6,4′ × 0,7′	11,9	13,5	$14^h\,15{,}6^m$	+36° 14′
NGC 5557	elliptische Galaxie	3,6′ × 3,2′	11,0	12,6	$14^h\,18{,}4^m$	+36° 30′
NGC 5676	Spiralgalaxie	4,0′ × 1,9′	11,2	13,2	$14^h\,32{,}8^m$	+49° 27′
NGC 5689	Spiralgalaxie	4,0′ × 1,1′	11,9	13,0	$14^h\,35{,}5^m$	+48° 45′

Ausdehnungsangaben (Grad / Bogenminuten / Bogensekunden) sind fotografisch bestimmt, die meisten Objekte erscheinen im Fernrohr etwas kleiner. Die Flächenhelligkeit entspricht der visuellen Größe pro Quadratbogenminute. Rektaszension und Deklination sind mit der Epoche 2000.0 angegeben.

tur-Gruppe ist kein wirklicher Sternhaufen, sondern ein Asterismus, eine Gruppe nicht zusammengehörender Sterne, die zufällig auf der gleichen Sichtlinie liegen.

Ein wesentlich kleinerer Asterismus befindet sich am südlichen Rand der Arktur-Gruppe. Der Online-Katalog unter http://groups.yahoo.com/group/deepskyhunters nennt ihn Picot 1. Er besteht aus sieben Sternen 9,4ter bis 10,7ter Größe, die eine Glockenform bilden. Fulbert Picot, der französische Astronom, nach dem dieser Asterismus benannt ist, gab ihm den passenden Spitznamen »Napoleons Hut«. Die Krempe ist ungefähr zwanzig Bogensekunden lang und läuft von Nordosten nach Südwesten. Des Kaisers Hut können Sie mit fast jeder Art und Größe von Teleskop bestaunen.

Weiter nördlich befindet sich eins meiner Lieblingsobjekte im Bärenhüter. NGC 5466 ist ein geisterhafter Kugelsternhaufen mit geringer Flächenhelligkeit, also ohne besonders ausgeprägten Kern (Foto rechts). Trotzdem reicht in einer dunklen Nacht schon ein Feldstecher: Suchen Sie den Haufen sechs Grad westsüdwestlich von Rho Bootis (ρ Boo), in der Nähe eines orangefarbenen Sterns 7. Größe.

Durch ein kleines Teleskop erscheint NGC 5466 als schwacher runder Schein von ungefähr fünf Bogenminuten Durchmesser. Mein 104-Millimeter-Refraktor löst bei 87facher Vergrößerung nur die hellsten Sterne des Haufens auf. Ein Sechs- oder Acht-Zoll-Teleskop dagegen (Öffnungen von 15 beziehungsweise 20 Zentimetern) zeigt jedoch ein Dutzend. Hier ist ein Newton- oder Dobson-Teleskop mit einer großen Öffnung von Vorteil: Auch bei hoher Vergrößerung fällt noch genug Licht in das Instrument, sodass Sie von dem Haufen noch etwas sehen.

Mehr sehen durch mehr Öffnung!

In meinem Zehn-Zoll-Reflektor erscheint NGC 5466 bei 213facher Vergrößerung sechs Bogenminuten groß, mit einer leichten Abplattung in Nord-Süd-Richtung. Mehr als zwei Dutzend schwache bis sehr schwache Sterne leuchten über einem unaufgelösten Nebel, die hellsten an dessen Rändern.

Einer der spektakulärsten Kugelsternhaufen der nördlichen Hemisphäre liegt nur fünf Grad westlich von NGC 5466. Auch wenn M 3 zum Sternbild Jagdhunde (»Canes Venatici«, CVn) und nicht zum Bärenhüter gehört, ist er die Erwähnung an dieser Stelle allemal wert. Er ist hell genug, um mit einem Fernglas betrachtet zu werden, und manche Beobachter haben ihn mit bloßem Auge ausgemacht. Mein 104-Millimeter-Refraktor zeigt M 3 bei 127facher Vergrößerung in den Randbezirken ausgefranst, während der Kern zum Zentrum hin sehr viel heller wird. Einige Sterne werden bis ins Herz des Haufens hinein aufgelöst. Der von südöstlich >

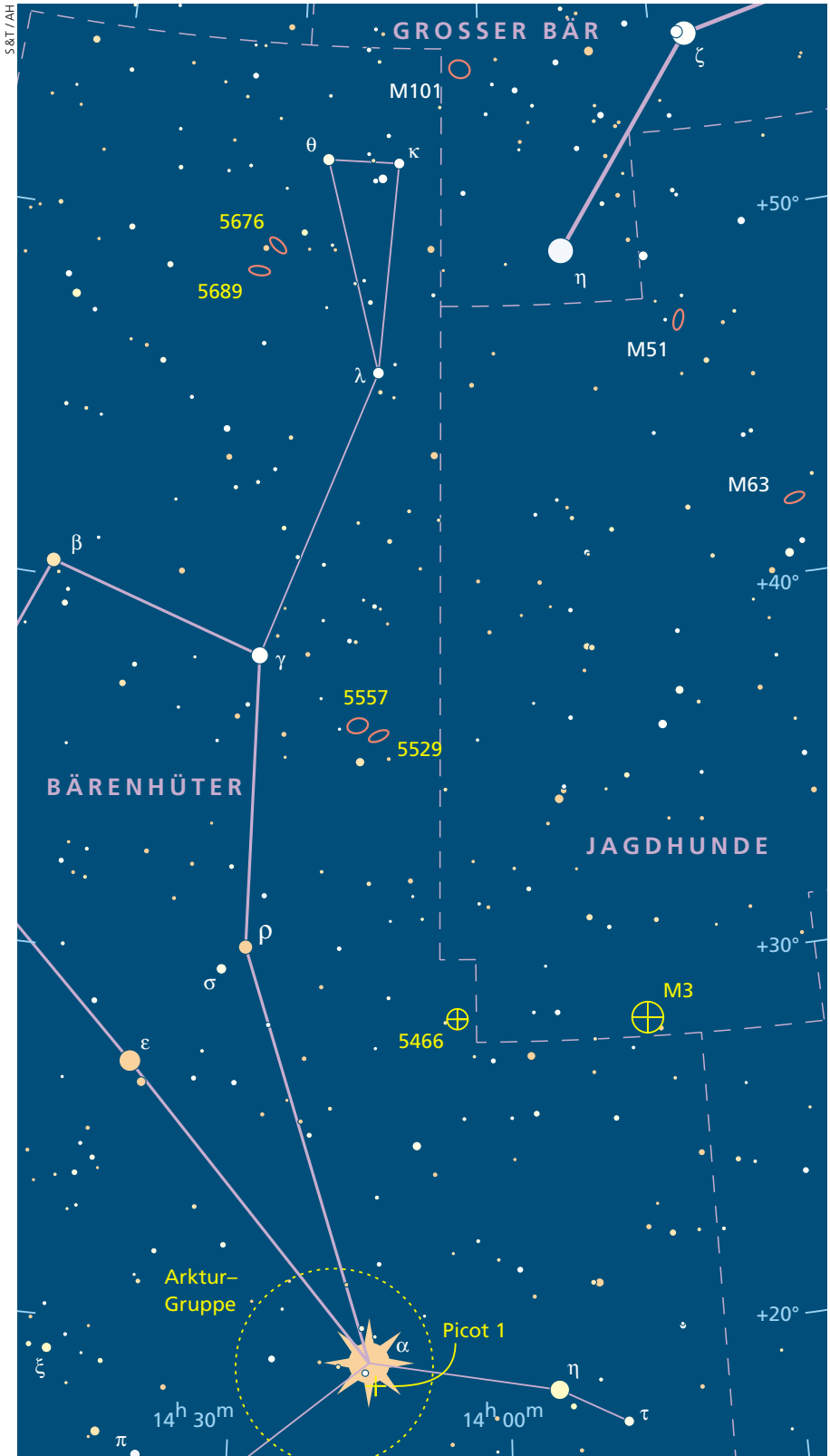
GEORGE R. VISCOME

Zu schwach und verstreut für einen Kugelsternhaufen sieht NGC 5466 aus. Doch Sie können ihn in fast jedem Teleskop sehen. Der 7.-Größe-Stern liegt ein drittel Grad östlich. Die Aufnahme gelang mit einem 14,5-Zoll-f/6-Reflektor.

> nach nordwestlich ausgedehnte Kern liegt in einem Halo von zwölf Bogenminuten Durchmesser. Dieser Kugelhaufen verträgt eine hohe Vergrößerung, drehen sie also ruhig richtig auf, um auch die schwächeren Sterne zu sehen.

Große Teleskope lösen M3 in einen herrlichen Schein von unzähligen wimmelnden Sternen auf. Ausläufer gehen wie glitzernde Strahlen und mäandernde Ströme vom Zentrum aus. M3 wirkt imposanter als sein Nachbar NGC 5466, denn er ist sechsmal heller und uns noch dazu um ein Drittel näher.

Viele der Deep-Sky-Objekte im Bärenhüter sind Galaxien, aber keine davon ist wirklich hell. NGC 5529, eine scheinbar strichförmige Galaxie, ist besonders interessant. Sie ist eigentlich eine Spiralgalaxie, deren dünne Scheibe wir von der Seite sehen und die deshalb flach erscheint (Foto rechts. Sie ist deswegen im »Revised Flat Galaxy Catalogue« aus dem Jahr 1999 eingetragen. Er enthält 4236 Galaxien, die mindestens siebenmal so lang sind wie breit. Die überwiegende Mehrheit dieser Sterninseln ist mit einem handelsüblichen Amateurteleskop nicht zu sehen, aber NGC 5529 bildet eine Ausnahme.



Um die Galaxie zu finden, suchen Sie den 7.-Größe-Stern zwei Grad westsüdwestlich von Gamma Bootis (γ Boo) und schwenken Sie von dort die gleiche Strecke weiter. Auch wenn NGC 5529 mit Sechszöllern gesehen worden sein soll – ich habe sie nie mit einem kleineren Instrument als meinem Zehn-Zoll-Reflektor ausgemacht. Bei 115facher Vergrößerung sehe ich einen nadelförmigen Splitter, der von Westnordwest noch Ostsüdost verläuft. Die Galaxie ist im Zentrum ein wenig breiter und heller und hat einen sehr schwachen sternähnlichen Kern. Zwei Bögen aus jeweils drei Sternen 10. bis 12. Größe flankieren sie, der östliche Bogen ist dabei näher und die südöstliche Spitze steht nahe dem südlichsten Stern des Bogens.

Auf Fotografien misst NGC 5529 zirka 6,4 mal 0,7 Bogenminuten und scheint von einer dunklen Staubschicht in zwei Teile gespalten. Falls jemand den Staubstreifen beim Blick durchs Teleskop gesehen hat, würde mich das interessieren.

Wie Pat und Patachon

Eine wesentlich rundere Galaxie findet sich 38 Bogenminuten ostnordöstlich von NGC 5529 und kann in einem Feld geringer Vergrößerung gleichzeitig mit dieser gesehen werden. NGC 5557 hat eine größere Flächenhelligkeit und sollte daher leichter zu finden sein. Mein 104-Millimeter-Refraktor zeigt bei 17facher Vergrößerung einen runden Fleck, der im Zentrum ein bisschen heller leuchtet. Bei 87facher Vergrößerung erscheint sie leicht oval mit einem schwachen Halo um den helleren Kern. Setze ich die Vergrößerung auf 127fach herauf, kommt ein schwer zu erfassender sternähnlicher Kern zum Vorschein. Mein Zehnzöller vergrößert die Galaxie ein wenig, da er mehr vom Halo zeigt.

Reicher als vermutet **Der Bärenhüter glänzt nicht nur mit dem Stern Arktur, sondern auch mit vielen Deep-Sky-Objekten.**

BILL & SEAN KELLY / ADAM BLOCK, NOAO

Galaxien genau von der Seite gesehen, im Fachbegriff »Edge-on«, gehören zu den faszinierendsten Anblicken in einer klaren mondlosen Nacht. NGC 5529 wurde hier mit einem 16-Zoll-Teleskop vom Kitt Peak in Arizona aus aufgenommen. Das Feld ist ein viertel Grad groß, Norden ist oben.

Neben dem hochgestreckten Arm des Bärenhüters liegt eine kleine Galaxiengruppe, von denen mindestens zwei für ein kleines Teleskop hell genug sind. Halten Sie zuerst nach dem rot-orangefarbenen Stern 5,7ter Größe drei Grad südsüdöstlich von Theta Bootis (θ Boo) Ausschau. Schwenken Sie von dort aus 19 Bogenminuten nach Westnordwesten, wo Sie auf NGC 5676 stoßen. Mit meinem kleinen Refraktor sehe ich bei 47facher Vergrößerung einen ausgedehnten Fleck, der sich von Nordosten nach Südwesten erstreckt. Bei 87facher Vergrößerung hat er immer noch eine fast gleichmäßige Flächenhelligkeit. Erst ein Zehn-Zoll-Instrument zeigt einen schwachen Halo, der zirka dreimal länger als breit ist und einen ovalen Kern umschließt. Ein hellerer Fleck schmückt das östliche Ende des Kerns – ein Hinweis darauf, dass es sich hier um eine Spiralgalaxie handelt.

Auch wenn sie ein wenig schwächer ist, kann ich NGC 5689 mit meinen Linsenfernrohr ebenfalls bei 47facher Vergrößerung sehen. Sie liegt 38 Bogenminuten südsüdöstlich des schon erwähnten 5,7te-Größe-Sterns und weist eine Ost-West-Ausdehnung auf. Bei 87facher Vergrößerung sehe ich, dass sie zum Zentrum hin heller wird. Mein Zehnzöller dagegen zeigt bei mittleren bis hohen Vergrößerungen einen gesprenkelten Zentralbereich mit einem sternähnlichen Kern. NGC 5689 ist eine Balkenspirale, die wir fast von der Seite betrachten.

Sie sehen also, dass der Bärenhüter viele kosmische Schätze versteckt, die es wert sind, entdeckt zu werden. Wenn Sie also eine sternerfüllte Nacht hinauslockt, folgen Sie dem Bogen und sammeln Sie einige dieser Schätze ein. <<

Sue French nimmt Ihre Beobachtungstipps per E-Mail auf Englisch unter scfrench@nycap.rr.com entgegen.

FELDSTECHERTIPP

Der große Kugelsternhaufen im Herkules

Von allen Kugelsternhaufen nördlich des Himmelsäquators (beispielsweise M 3, S. 44) ist M 13 im Herkules einer der prächtigsten, wenn nicht der prächtigste überhaupt (Planetarium, S. 40). Auch wenn viele von ihnen in mittleren nördlichen Breiten beobachtet werden können und mit Feldstechern betrachtet interessanter sind, ist doch keiner so günstig platziert: Im Frühsommer steht M 13 um Mitternacht herum fast im Zenit!

Für die Feldstecherbeobachtung ist dies Segen und Fluch zugleich. Einerseits wird das Ziel kaum von hohen Bäumen oder Gebäuden verdeckt sein, andererseits müssen Sie sich zum Betrachten flach auf den Boden legen, sofern Sie sich keine Stativkonstruktion gebaut haben, vielleicht in Verbindung mit einem Liegestuhl. Passen Sie also auf, dass Sie sich keine Genickschmerzen einhandeln.

M 13 ist mit ein bisschen Übung nicht schwer aufzufinden. Zielen Sie mit Ihrem Fernglas auf den imaginären Punkt bei einem Drittel des Wegs von Eta (η) nach Zeta Herculis (ζ Her), den beiden westlichen Sternen des Vierecks, das Herkules' Torso darstellt. Sehen Sie ihn?

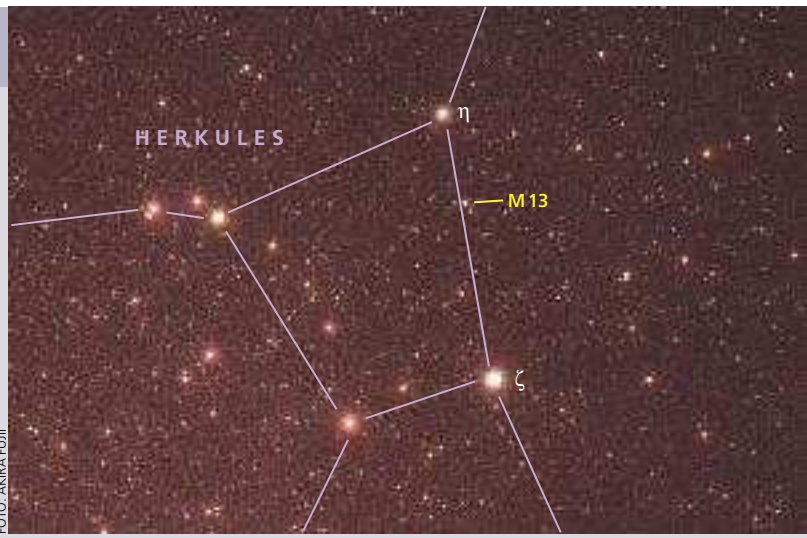


FOTO: AKIRA FUJII

Einen halben Vollmonddurchmesser nimmt M 13 ein, auch wenn dieses lange belichtete Foto anderes suggeriert.

Unter einem dunklen Himmel können Sie M 13 schon mit bloßem Auge ausfindig machen, Städtern reicht ein kleiner Feldstecher. Das Problem ist eher, den Haufen auch als solchen zu erkennen. Er erinnert vielmehr an einen 6.-Größe-Stern, der leicht unscharf eingestellt ist. Erst ein 15×-Instrument lässt die Pracht erahnen, die M 13 im Okular eines Teleskops entfaltet.

>> Gary Seronik

Rund ums Mare Imbrium

Die Geschichte dieses riesigen lunaren Einschlagbeckens ist noch nicht zu Ende geschrieben. **>> Charles A. Wood**

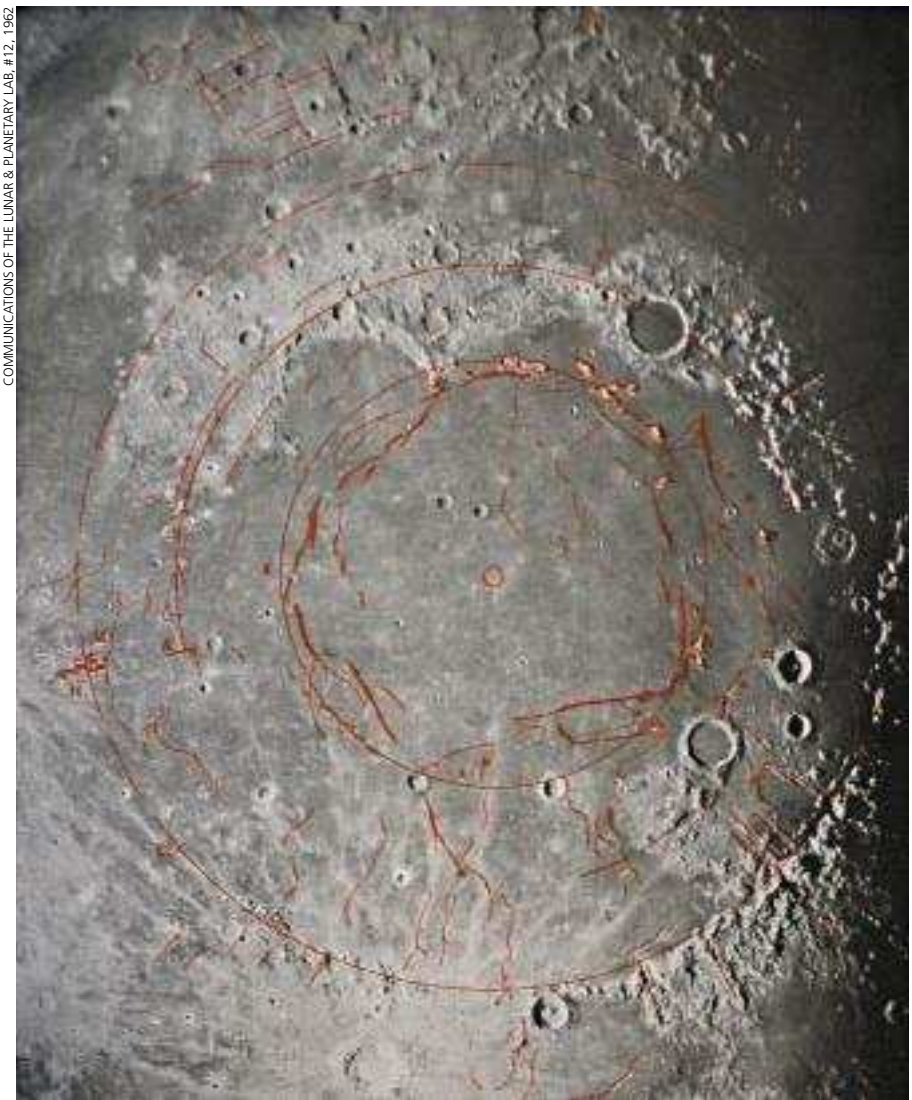
Das Mare Imbrium ist die größte Mondformation auf der erdzugewandten Seite unseres Trabanten. Es erstreckt sich von den Mondkarpaten 1100 Kilometer nach Norden bis zu einem namenlosen Hochland westlich des Kraters Plato. In Ost-West-Ausdehnung reicht es von den hohen Kämmen der Mondapenninen etwa 1200 Kilometer nach Westen bis zu einer unsichtbaren Grenze in der Nähe des Kraters Gruithuisen. Beim Mare Imbrium handelt es sich um eine bis zu fünf Kilometer dicke Lavaschicht in einem gigantischen Einschlagbecken, das vor zirka 3,9 Milliarden Jahren entstanden ist.

Im Gegensatz zu der nahezu vollständig erhaltenen Multiringstruktur des Mare Orientale (siehe AH 4/2005, S. 52) existieren von den Ringen des Mare Imbrium nur noch Fragmente. Die Mondapenninen (L4 in der Lunar-Top-100-Liste) sind der auffälligste Bestandteil des Imbrium-Beckens und die größte lunare Gebirgskette überhaupt. Sie erheben sich vier bis fünf Kilometer über die Ebene des Mare Imbrium, aber bereits 200 Kilometer weiter südöstlich verlieren sich ihre Ausläufer. Die von den Apollo-15-Astronauten mitgebrachten Gesteinsproben zeigen, dass die Apenninen aus Brekzien bestehen (siehe AH 3/2005, S. 16). Dabei handelt es sich um Trümmergestein, das beim Einschlag von Meteoriten entstanden ist.

Durchs Teleskop können Sie in der Nähe der Apenninen riesige Trümmermassen beobachten. Die Größe dieser Blöcke wird mit zunehmender Entfernung immer kleiner, da beim Einschlag kleinere Felsen weiter weggeschleudert werden als große. Unter günstigen Beleuchtungsbedingungen können Sie einige fast verschüttete Krater erkennen wie den Marco-Polo-Krater. Anhand dieser konnten die Forscher feststellen, dass sich die Auswurfmassen des Mare Imbrium etwa ein bis zwei Kilometer hoch auftürmen. Doch warum sind die Apenninen dann doppelt so hoch?

Die Höhe der Apenninen

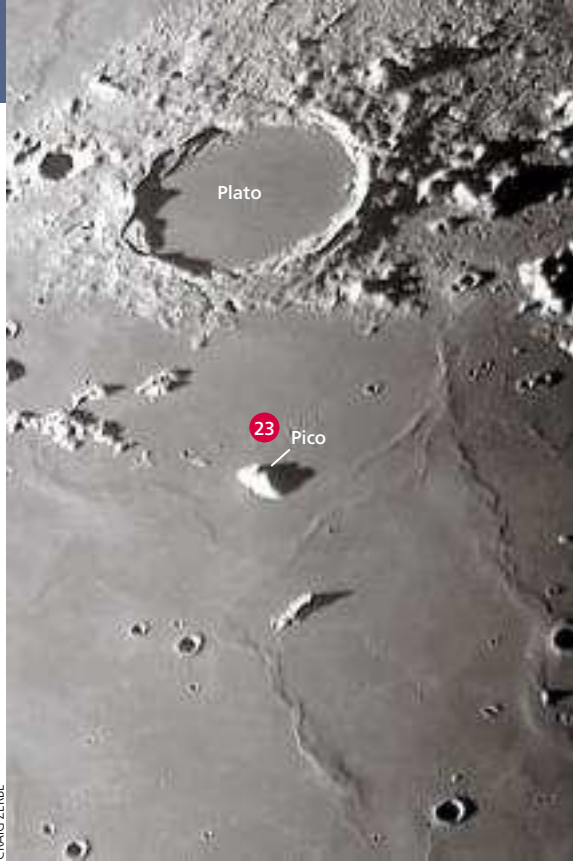
Bei genauem Hinsehen fällt auf, dass diese im Osten am Übergang zum Mare Serenitatis abrupt enden. Dieses Becken entstand vor dem Imbrium-Becken. So erklärt sich die Höhe der Apenninen zum Teil daraus, dass sich der Auswurf des Imbrium-Beckens auf dem schon vorhandenen Kraterwall des Serenitatis-Beckens ablagerte. Ein anderer Punkt ist, dass der Einschlag den Rand des Imbrium-Beckens anhob. Die gewaltige Energie des Aufpralls drückte das Einschlaggebiet nach unten und presste es zusammen. Als dann der Druck von oben nachließ, entlud sich die aufgestaute Kraft explosionsartig. Das wuchtete den Krater mitsamt seinen Rändern nach oben. Ein gutes Beispiel auf der Erde für einen auf die-



COMMUNICATIONS OF THE LUNAR & PLANETARY LAB, #12, 1962

Perspektivisch korrigiert entsteht bei dieser Aufnahme aus dem Jahr 1962 der Eindruck, als würde man senkrecht über dem Mare Imbrium schweben. Sie stammt aus der Zeitschrift »Communications of the Lunar and Planetary Laboratory«, in der Gerard Kuiper und William Hartmann erstmals die Entstehung des Imbrium-Beckens durch einen Einschlag beschrieben. Die roten Linien verdeutlichen die im Text beschriebenen Formationen und Ringe.

CRAIG ZERBE



CRAIG ZERBE

Die Lunar Top 100

4 **Apenninen:** Kraterrand des Imbrium-Beckens

23 **Pico:** isolierte Bergspitze, Überrest des inneren Imbrium-Rings

se Weise entstanden Krater ist der berühmte Meteor Crater in Arizona.

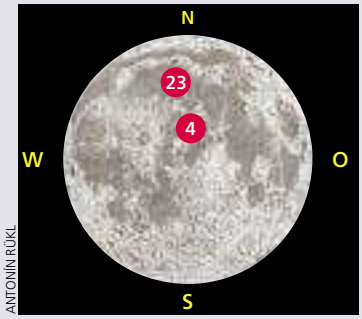
Im Südwesten laufen die Apenninen in einer bogenförmigen Reihe von Berggipfeln nördlich des Kraters Copernicus aus. Diese Region trägt die Bezeichnung Karpatenberge (Montes Carpatus). Sie liegen auf demselben Kreisbogen wie die Apenninen und machen zusammen mit diesen ein Viertel des Gesamtumfangs des Imbrium-Beckens aus, das einen Durchmesser von 1340 Kilometer hat. Die perspektivisch entzerrte Aufnahme auf S. 48 zeigt den Anblick, der sich einem Beobachter senkrecht über der Mitte des Imbrium-Beckens böte: Die kreisförmigen Strukturen werden so deutlicher erkennbar.

William Hartmann und Gerard Kuiper waren die ersten Wissenschaftler, die das Imbrium-Becken mit dieser Methode untersuchten. Im Jahr 1962 entdeckten sie, dass zusätzlich zum Hauptring noch zwei weitere innere Ringe existieren, die aus vereinzelten Bergspitzen und Marerücken bestehen. Der größere Kreis durchmisst 970 Kilometer und setzt sich aus den vorderen Mondalpen und den Bergen südlich von Krater Archimedes zusammen. Im Süden fehlt ein Stück dieses Rings, der dann am Krater Diophantus und an der Rückseite des Juragebirges vorbei mitten durch den Krater Plato verläuft.

Der kleinere Ring hat einen Durchmesser von 670 Kilometern und wird durch die Montes Recti, Teneriffe, Pico und die Montes Spitzbergen gebildet. Auf seiner nordwestlichen Seite befindet sich der Mons La Hire und das Promontorium Laplace. Bei Sonnenauf- und -untergang scheinen all diese Gipfel wie helle Leuchttürme steil aus der dunklen Marefläche herauszuragen. In Wirklichkeit sind sie aber nur recht flache Hügel.

Pico (L23) ist ein typisches Beispiel dafür. Er ist 2,4 Kilometer hoch und misst an seiner Basis 15 mal 25 Kilometer. Die durchschnittliche Steigung beträgt 15 Grad – steil für einen Wanderer, aber nicht gerade ein spitz aufragender Berggipfel, den man vermuten würde, wenn man seinen lang gezogenen Schatten bei tief stehender Sonne betrachtet.

So finden Sie das Mare Imbrium



ANTONÍN RÜKL

Günstige Beobachtungszeiten: **Apenninen:** 16.5.2005, 21 Uhr; 31.5.2005, 5 Uhr; 14.6.2005, 21 Uhr; **Pico:** 16.5.2005, 21 Uhr; 1.6.2005, 5 Uhr; 15.6.2005, 21 Uhr. Alle Zeiten MESZ

Und doch gibt es ein Problem mit dem von Hartmann und Kuiper definierten Apenninenring. Folgt man ihm nach Westen, so finden sich keine weiteren Berggipfel mehr, sondern ein Gebiet, in dem die Lavaströme des Mare Imbrium und des Oceanus Procellarum ineinander übergehen. Anschließend verläuft der vermutete Hauptring mitten durch das Mare Frigoris und tritt dann erst wieder bei den Montes Caucasus zu Tage.

Aus diesem Grund wurden eine Reihe von alternativen Ringen postuliert. Der jüngste Vorschlag stammt von Paul Spudis und seinen Kollegen, die insgesamt sechs davon ausgemacht haben wollen. Darunter befindet sich auch der Apenninenring, der in ihrer Rekonstruktion aber einen Durchmesser von 1160 Kilometern hat und im Norden mit dem 970-Kilometer-Ring von Hartmann und Kuiper übereinstimmt.

Aber selbst diese Version des Apenninenrings wird über mehr als die Hälfte seines Umfangs durch keine markanten topografischen Formationen markiert. Warum zeigt das Mare Imbrium im Norden und Westen keinen Ring? Gerard Kuiper sagte einmal dazu: »Wir behaupten ja nicht, dass wir für alles eine Antwort haben.« <<

Charles A. Wood ist ein erfahrener Mondbeobachter. Seine Lunar-Top-100-Liste finden Sie in AH 7-8/2004, S. 54).

ISS bitte kommen! Vom neuen Kontrollraum für Columbus aus wird auch die Esa-Mission Eneide koordiniert.

DLR

Oberpfaffenhofen – we have no problems!

Das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum GSOC liegt ein paar Kilometer außerhalb Münchens. An diesem DLR-Standort gehen Wissenschaftler und Techniker noch einer Vielzahl anderer Aufgaben nach. **>> Oliver Dreissigacker**

Die Gebäude ziehen sich in einer längeren Reihe entlang der Landebahn eines kleinen Flughafens, nahe der Autobahn 96 von München nach Lindau. Glücklicherweise scheint an diesem Tag die Sonne und ich gelange trockenen Fußes in einem mehrminütigen Spaziergang von der Geschäftsleitung zum anderen Ende des Geländes. Hier steht eines der größten Gebäude des DLR-Standorts, in dem das Deutsche Weltraumkontrollzentrum, das German Space Operations Center GSOC, untergebracht ist.

Im Foyer zeigen verschiedene Exponate gleich, worum es hier geht: Neben dem erfolgreichen deutschen Röntgensatelliten Rosat, sozusagen dem Vater von XMM-Newton und Chandra, hängt seit einiger Zeit auch ein Modell der Internationalen Raumstation ISS. Erhielt das GSOC doch den Zuschlag als »Mission Control« für deren europäisches Labormodul Columbus. Im Oktober 2004 wurden die beiden neuen Kontrollräume feierlich eingeweiht, von denen einer für den aktiven Betrieb, der andere als Trainings- und Reserveraum genutzt wird.

Von einem erhöhten Korridor mit Glaswänden vom Boden bis zur Decke hat man einen guten Einblick in diese beiden Räume, aber auch in die beiden anderen in diesem Gebäudeteil, die den Kontrollräumen für Columbus gegenüberliegen. Zum Zeitpunkt unseres Besuchs wird der eine als Multimissionsraum für gleich drei Satellitenprogramme genutzt: Grace, Champ und Bird. Dementsprechend haben auch ein halbes Dutzend Operateure Dienst, die in aller Ruhe die nächsten Arbeitsschritte abstimmen. Eher wenig – besteht das Team

für eine Mission doch aus zehn bis fünfzehn Mitarbeitern, die beim Start und anderen kritischen Flugmanövern dabei sind. Weitere Starts sind in Vorbereitung, so die der Forschungsmission Terrasar-X und die der ersten der insgesamt fünf Sar-Lupe-Militärsatelliten.

Auf der anderen Seite des Korridors lagen die Columbus-Kontrollräume bei meinem Besuch noch im Dornröschenschlaf. Aber während diese Ausgabe in Druck geht, herrscht hier gerade Hochbetrieb: Die Eneide-Mission des Esa-Astronauten Roberto Vittori wird von hier aus koordiniert. Eine so umfangreiche Aufgabe, dass es eher eine Feuertaufe als nur eine erste Bewährungsprobe ist. Ein Team von 15 bis 20 Personen, darunter auch Kollegen von der Esa, sorgen für die Kommunikation mit den beteiligten ISS-Kontrollzentren in Moskau, Houston, Huntsville sowie der Astronauten- und Experimente-Zentren in Rom, Noordwijk, Toulouse und Köln. Das Gravitationsphysiologieexperiment Crisp-2, das Vittori für die Universität Ulm durchführt, wird direkt von Oberpfaffenhofen aus betreut.

Startet er oder startet er nicht?

Viel zu tun also, und während all dies geschieht, laufen bereits alle Vorbereitungen auf Hochtouren, um Thomas Reiter auf seiner Mission zu betreuen, die ihn an Bord eines Spaceshuttles zur Raumstation führen soll. Geplant ist, dass Reiter dort sechs Monate lang Experimente durchführt und seine beiden Kollegen bei Reparatur- und weiteren Ausbauarbeiten an der Station unterstützt.

FOTOMONTAGE: GULFSTREAM / DLR

Verstärkung im Anflug **Eine umgerüstete Gulfstream G550 wird ab 2008 für mehr Reichweite und Höhe der Forschungsflüge sorgen.**

Wieder zurück im hellen Tageslicht. Mein Weg führt mich nun Richtung Rollbahn, hin zum Flugzeughangar. In Oberpfaffenhofen ist die Zentrale des Flugbetriebs des DLR, gleichzeitig die für die Forschungsflüge zuständige »Flight Facility«. Es gibt in Braunschweig noch eine zweite Flugabteilung, die für die Entwicklung zuständig ist: Aerodynamik, Simulation und Avionik.

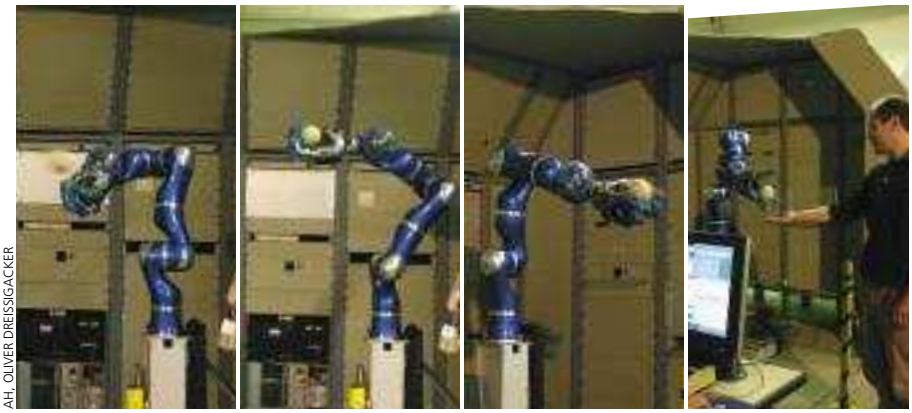
Die Flotille in Oberpfaffenhofen umfasst vier Forschungsflugzeuge: eine zweistrahlige Mystère Falcon sowie drei Turboprop-Maschinen – zwei Dornier-228 und eine Cessna-208. Alle vier machen keinen spektakulären Eindruck, aber sie haben es in sich: Instrumente zur Untersuchung der Atmosphäre und zur Erdbeobachtung, alles auf dem neuesten Stand der Technik. Sie stehen nicht nur in Diensten des DLR, sondern werden auch über dreißig Partnerinstituten zur Verfügung gestellt, die weltweit damit Flüge absolvieren. Das DLR ist mit seiner Forschungsluftflotte führend in Europa und es wird einiges dafür getan, damit dies auch so bleibt.

So hängt am derzeit noch freien Platz im Hangar schon ein imaginäres »reserviert«-Schild. Denn Anfang des Jahres wurden die Mittel für die Anschaffung eines weiteren Flugzeugs bewilligt: eine zweistrahlige Gulfstream G550, die umgebaut und mit entsprechenden Messgeräten 2008 als »Halo«, als High Altitude and Long-range-research Aircraft von Oberpfaffenhofen aus seinen Dienst versehen soll (Foto oben). Die 70-Millionen-Euro-Maschine wird im Vergleich zur Falcon eine größere Flughöhe erreichen und bei mehr Zuladung längere Strecken zurücklegen können. Damit wird es möglich sein, in rund fünfzehn Kilometer Höhe Niederschlagsbildung und andere für das Wetter wichtige Prozesse im Übergangsgebiet von Troposphäre zur Stratosphäre zu untersuchen.

Bis 2008 will ich im Hangar natürlich nicht warten, werde ich doch einige Me- >

DLR

Schalten und walten **Im rechten Teil dieses Komplexes sind die großen Kontrollräume untergebracht, darunter auch die für Columbus.**



AH, OLIVER DREISSIGACKER

DLR

Konkurrenz für Kahn und Co. **Der LBR III zeigt, wie weit die Entwicklungen für einen »echten« Roboter schon gediehen sind: Er erkennt einen fliegenden Ball und fängt ihn auf (oben). Und für das Aussehen gab es eine Design-Auszeichnung. Dagegen wirkt Rokviss (rechts) noch recht nüchtern und unspektakulär.**

> ter weiter bereits erwartet – im Institut für Robotik und Mechatronik. Es ist die Heimat von »Rokviss«, das im Dezember an Bord eines russischen Progress-Frachters zur ISS startete (AH März 2005, S. 14). Am 26. Januar installierte die ISS-Expedition-10-Crew, Leroy Chiao und Salischan Scharipow, das Experiment bei einem Außeneinsatz am russischen Servicemodul Swjesda. Dazu war auch der Anschluss von Strom- und Datenübertragungskabeln notwendig.

Ein echter Härtetest im Orbit

»Roboterarm ist eigentlich eine irreführende Beschreibung für Rokviss«, stellt Institutsleiter Gerd Hirzinger richtig. »Der Name bedeutet Roboterkomponenten-Verifikation auf der ISS. Wir waren ja seinerzeit die ersten, die einen ferngesteuerten Roboter im Orbit hatten«, erklärt er die Arbeit seiner Arbeitsgruppen. »Sein Name war Rotex und er flog auf der Spacelab-Mission D2.« Das war 1993. DLR-Astronaut Hans Schlegel war damals an Bord der Columbia. Seit dieser Zeit hat das Institut seine Linie konsequent weiterverfolgt, hin zum Ziel »Roboter als verlängerter Arm des Menschen im All«. Nicht zuletzt die Columbia-Katastrophe zehn Jahre nach Schlegels Flug fachte die Diskussion erneut an, welche Arbeiten im All statt von Astronauten von autonomen oder ferngesteuerten Robotern übernommen werden können. Nicht nur das Risiko für Leib und Leben ist hierbei ein Faktor, sondern auch die Leistungsfähigkeit. Hirzinger plaudert aus dem Nähkästchen: »Ich habe mit dem Schweizer Astronauten (Claude Nicollier) gesprochen, der (1999) bei der (dritten) Reparatur des Hubble-Weltraumteleskops dabei war. Der sagte mir: ›So fertig, wie man nach so einem Ausstieg ist und wie viel Wasser man verschwitzt, das kann sich niemand vorstellen!‹«

Was sind nun die genauen Ziele von Rokviss? »Es sind primär zwei«, erläutert Klaus Landzettel, einer von Rokviss' maßgeblichen Erbauern, anhand des am Boden verbliebenen Demonstrators (Foto oben rechts). »Neu bei Rokviss ist, dass wir keine raumfahrtzertifizierten Bauteile verwenden, sondern normale Industriekomponenten. Die haben natürlich im Regelbetrieb ›nur‹ einen Temperaturbereich von minus 20 bis plus 125 Grad Celsius auszuhalten. Wir haben sie also in eine Thermal- und Strahlenkammer gepackt und geprüft, ob sie auch Weltraumbedingungen aushalten.«

Rokviss besteht aus einem Arm mit zwei Gelenken, der an der Spitze mit drei Kameras, mehreren LEDs zur Beleuchtung und einem Finger versehen ist. Dieser Taststift wird per Computer oder Joystick an einen Aluminiumrahmen herangeführt und fährt dann eine Experimentkontur nach. Dabei wird der Druck auf den Rahmen gemessen und diese Informationen werden zum Operateur am Erdboden geschickt, der den Widerstand dann am Joystick spürt.

»Eine beeindruckende Demonstration der Telepräsenz«, so Hirzinger stolz und verweist damit auf Rokviss' zweite Aufgabe. »Wir arbeiten hier nicht nur mit Stereobildern, sondern auch mit Kraftrückkopplung auf die Joysticks der Operateure. Das hat noch niemand geschafft: einen geschlossenen Regelkreis in den Orbit und zurück ...!«

Das ist allerdings auch nur möglich, weil nicht die normalen Übertragungswege genutzt werden, die über etliche Relaisstationen in den USA und schließlich über Satelliten im geostationären Orbit laufen – 36 000 Kilometer über dem Erdboden. Vielmehr baut das DLR eine eigene Funkstrecke auf, und zwar über seine Bodenstation im oberbayerischen Weilheim. Das reduziert den Funkkontakt auf die jeweiligen Überflüge der ISS über das Gesichtsfeld der Bodenstation: vier bis bestenfalls sieben Minuten. Wann das der Fall ist, ergibt sich kurzfristig. Denn immer, wenn die ISS wieder angehoben wird, verändert sich der Orbit und damit auch die Überflugszeiten.

Ferngesteuertes Armdrücken

Zusätzlich zum Handsteuerungsbetrieb hat Rokviss auch ein automatisches Programm. Dieses wird immer wieder ausgeführt und soll zeigen, ob die Bauteile irgendwann ihren harschen Umweltbedingungen erliegen. Aber das DLR und seine Industriepartner hoffen, dass der 11,5-Millionen-Euro-Arm recht lange durchhält und Deutschlands Führungsrolle auf diesem Gebiet demonstriert. <<

Oliver Dreissigacker entdeckte in den DLR-Roboterarmen die gleichen PowerPC-Prozessoren, wie sie auch sein iMac zu Hause hat ...

Weblinks

www.dlr.de/st_op/ • www.dlr.de/rb • www.dlr.de/ columbus-kontrollzentrum • www.robotic.dlr.de • www.dlr.de/dlr/News/rokviss/

»Es wird immer Zweifler geben«

Nalin Chandra Wickramasinghe sprach im Schloss Großlaupheim über seine Theorie, das Leben stamme aus dem Weltall. ASTRONOMIE HEUTE war dabei. **>> Carolin Konermann**

AH, CAROLIN KONERMANN

Skeptisch blickt Chandra Wickramasinghe, dessen eigene Theorien oft genug auf Zweifel stoßen.

Eigentlich hätte man ihn sich spektakulärer vorgestellt. Doch Chandra Wickramasinghe sieht genauso aus wie auf dem immergleichen Bild, das fast sämtliche Webseiten von ihm zeigen: Ein etwas ältlicher Mann, gelangweilter Blick durch die große, eckige Metallbrille, grauer Anzug, Hemd und Krawatte in gedeckten Farben. Er spricht eintönig in nicht perfektem Englisch, betont nicht, versucht weder zu begeistern noch zu überzeugen.

Dabei könnte die Theorie, die er vertritt, ein bisschen Überzeugungsarbeit durchaus vertragen. »Ich möchte davon sprechen, dass das Leben tatsächlich aus fremden Welten kommt«, beginnt der 66-jährige Astronom seinen Vortrag, zu dem das Planetarium Laupheim ins Großlaupheimer Schloss geladen hatte. Zumindest die Wissenschaftswelt mag ihm das bisher nicht so recht abnehmen.

Bereits seit den 1960er Jahren vertreten Wickramasinghe und sein inzwischen verstorbener Kollege Fred Hoyle diese These, die als »Panspermie« bekannt ist, zu Deutsch: »überall verbreitete Samen«. Sie besagt, dass im gesamten Kosmos Sporen herumfliegen und dass diese Bestandteil des interstellaren Staubs sind. Kometen transportieren sie durch den Weltraum und mit Hilfe von Sternschnuppen gelangten sie demnach vor Jahrmilliarden zur Erdoberfläche. Auf dem damals noch jungen Planeten erwuchs aus den Samen schließlich das, was wir heute als Leben kennen. Hoyle und Wickramasinghe gehen sogar noch weiter und führen auch die großen Grippeepidemien und -pandemien auf Auslöser aus dem All zurück: auf Viren, die sich ebenso wie die Sporen im interstellaren Staub befänden.

»Chandra« steht auf Indisch für Vernunft. Doch genau diese sprachen ihm die Kollegen oft genug vehement ab, nachdem er und Hoyle ihre Ideen 1977 in dem Buch »Lifecloud« veröffentlicht hatten. Besonders in den 1970er und 1980er Jahren gab es immer wieder erbitterte Debatten zwischen den beiden und ihren Gegnern – wobei das größte Problem darin bestand, dass keine Seite handfeste Beweise anzuführen hatte.

Als Alternative akzeptiert

So begegneten die Panspermie-Verfechter ihren Kontrahenten anstelle von Argumenten meist mit Polemik. Einen Eindruck davon gab Wickramasinghe auch in Laupheim, wo vor dem Vortrag eine kleine Pressekonferenz angesetzt war. Auf die Frage, woher die Sporen denn kämen, wenn sie schon im All herumflögen, gab er zur Antwort: »Wenn ich das wüsste, wäre ich Gott.« Auf ähnliche Weise sieht er einige Sätze später seine Theorie dadurch als erwiesen an, dass noch niemand sie stichhaltig widerlegen konnte: »Wenn eine Theorie falsch ist, kommt früher oder später der Gegenbeweis«, argumentiert er.

In der Tat haben empirische Daten, beispielsweise Infrarotspektren des interstellaren Staubs und Beobachtungen an Kometen, die These sogar noch unterfüttert. Inzwischen tun längst nicht mehr

alle Wissenschaftler den Panspermiegedanken in seiner Gesamtheit als bloßes Hirngespinst ab. »Früher dachten die Leute, wir wären dement oder geisteskrank«, sagt Wickramasinghe. »Heute dagegen ist unsere Theorie weit gehend akzeptiert.« Zumindest wird sie als mögliche Alternative zur erdgebundenen Entstehung des Lebens angesehen.

Der Wissenschaftler im Schatten

Zu der umstrittenen, geradezu wahnwitzig klingenden Theorie will der eintönig dargebrachte Vortrag in Laupheim so gar nicht passen. Die sicher hundert Menschen, die dort im Vortragssaal sitzen, haben Kopfhörer aufgesetzt und lauschen gebannt der Übersetzerin. Die scheint gar nicht nachzukommen, obwohl Wickramasinghe langsam spricht. Immer wieder schiebt er längere Pausen ein und blickt genervt zur Dolmetscherkabine, aus der immer weiter die Stimme der Simultanübersetzerin zu hören ist, obwohl er selbst längst schweigt. Ob sie wohl dazu übergegangen ist, gleich die Sätze aus der Powerpoint-Präsentation zu übersetzen, die Wickramasinghe sowieso fast unverändert von der Leinwand abliest?

Eigentlich ist es kein Wunder, dass er es nicht schafft, als bedeutsame Persönlichkeit wahrgenommen zu werden. Zwar hält Nalin Chandra Wickramasinghe einen Doktortitel der Cambridge University und einen Ehrendoktor einer Tokyoter Universität, ist Professor für angewandte Mathematik und Astronomie an der Universität Cardiff sowie Direktor des dortigen Zentrums für Astrobiologie. Er hat Medaillen und Preise für seine Forschung gewonnen, und der Präsident seines Geburtslandes Sri Lanka ernannte ihn zum »Vidya Jyothi«, ein Ehrentitel, der »Flamme des Wissens« bedeutet.

Doch als Panspermieforscher hat er immer nur die zweite Geige gespielt, sein ganzes Berufsleben stand er im Schatten von Fred Hoyle. Im Januar 2005 hat Wickramasinghe ein Buch über ihre gemeinsame Zeit veröffentlicht: »Eine Reise mit Fred Hoyle«. Die beiden waren ein eingespieltes Team, bis Hoyle vor vier Jahren starb. Ohne seinen großen Lehrmeister und langjährigen Kollegen wirkt Wickramasinghe wie einer, der kaum noch Lust hat, eine Theorie zu verfechten, an die außer ihm sowieso keiner mehr glaubt.

Dabei gibt es durchaus noch andere, die sich für das Thema zumindest interessieren. Der Künstler Karl Sims beispielsweise beschäftigte sich damit in seiner Computeranimation »Panspermia« (rechts einige Bilder daraus), für die er zwischen 1990 und 1991 zahlreiche Preise erhielt. Die Animation zeigt ein Samenkorn, das auf einen fruchtbaren Planeten trifft, diesen bevölkert und schließlich seinerseits Samenkörner zurück ins All schleudert.

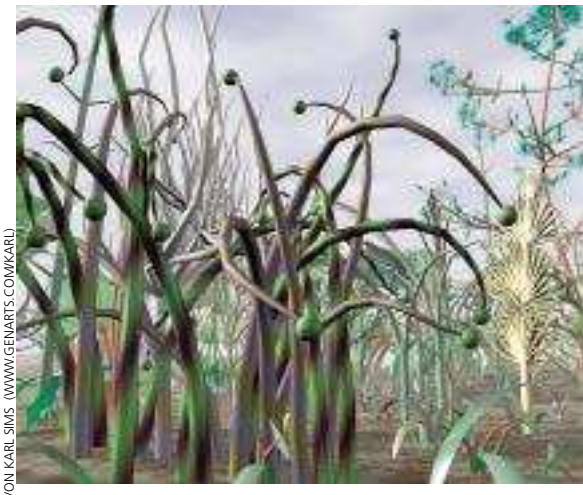
Wissenschaftlich könnte es in nächster Zeit durchaus neues Material für die Panspermietheorie geben. So soll die Rosetta-Mission, zu deren Wissenschaftlerteam Wickramasinghe gehört, auf dem Kometen Tschurjumow-Gerasimenko unter anderem nach organischen Molekülen und Mikroorganismen suchen. Der Astronom setzt darauf große Hoffnungen, glaubt jedoch nicht an einen ungetrübten Triumph: »Selbst wenn das Massenspektrometer große organische Strukturen findet, wird es noch Zweifler geben. Schließlich handelt es sich um Messungen vor Ort und nicht um eine Sample-Return-Mission.« Derart an Gegenwind gewöhnt, hat er für seine aktuellen Forschungen schon einmal vorgebaut: Von den ebenfalls noch höchst umstritten »Nanobakterien«, die er und ein Kollege von der Universität Ulm in der oberen Atmosphäre gefunden zu haben glauben, hat er lieber gleich Proben auf die Erde geholt.

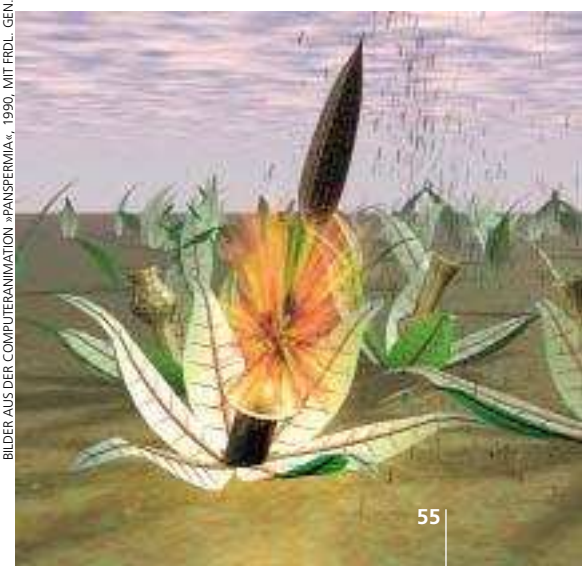
Trotz allem hat Wickramasinghe auch für die Panspermie noch nicht alle Hoffnung aufgegeben. Er geht davon aus, dass sich in den nächsten zehn, zwanzig Jahren Beweise für seine Theorie finden werden. »Doch es bleibt ein Problem, zu dem das letzte Wort noch für viele Jahre nicht gesprochen ist«, ist er sich sicher.

Ein paar neue Anhänger für die Panspermietheorie scheint Wickramasinghe jedoch gewonnen zu haben. Als er seinen Vortrag beendet, bricht jedenfalls donnernder Applaus los. Oder gilt dieser der Übersetzerin? <<

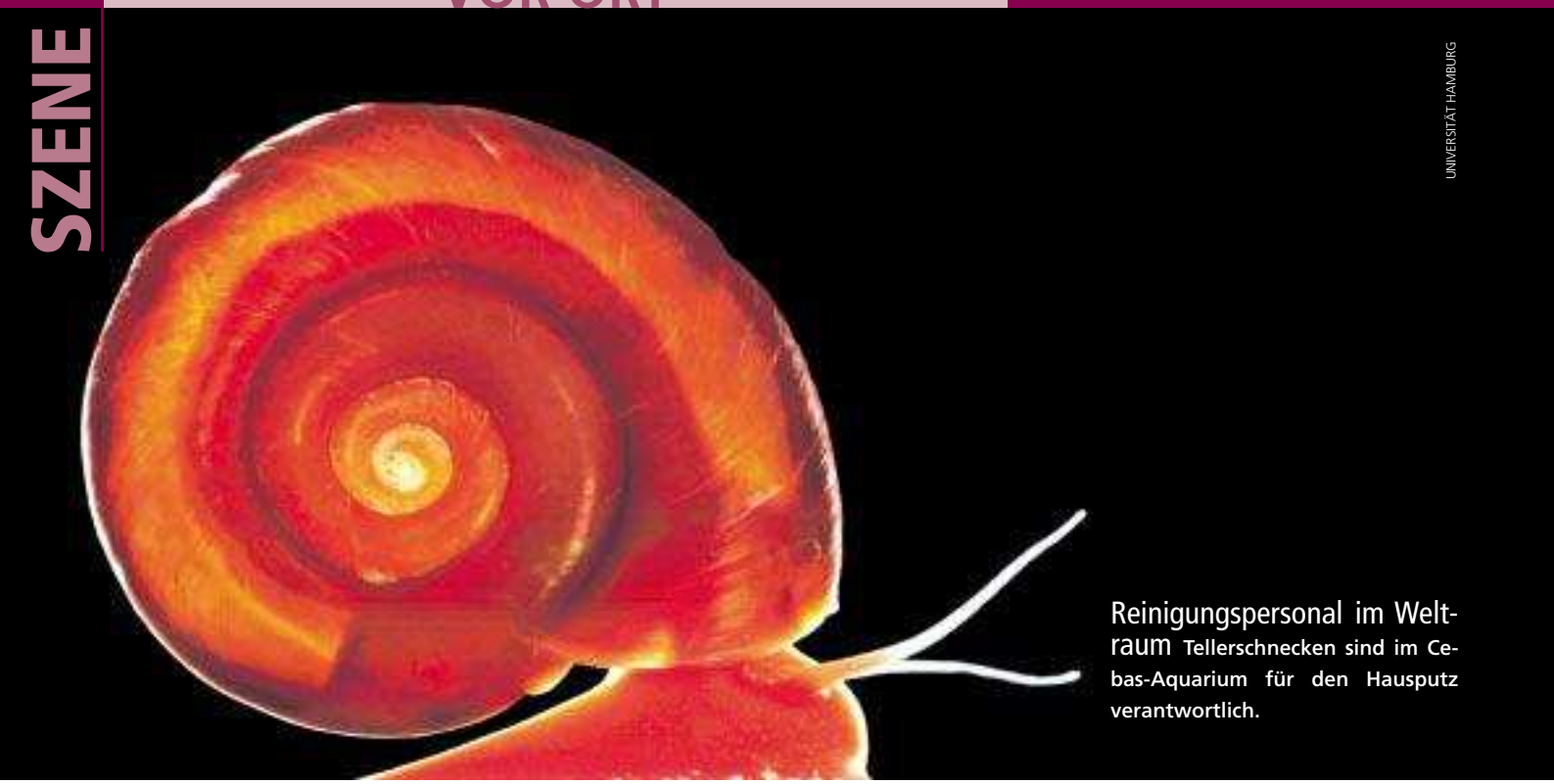
Carolin Konermann stellt sich gerne vor, dass ihre Ahnen als Sporen durch das All flogen – und hätte nichts dagegen, es ihnen irgendwann gleichzutun.

Der Künstler Karl Sims stellte sich in der preisgekrönten Computeranimation »Panspermia« vor, wie ein Samenkorn aus dem All einen Planeten überwuchert (Auszüge).





BILDER AUS DER COMPUTERANIMATION »PANSPERMIA«, 1990, MIT FRDL. GEN. VON KARL SIMS (WWW.GENARTS.COM/KARL)



UNIVERSITÄT HAMBURG

Reinigungspersonal im Weltraum Tellerschnecken sind im Cebas-Aquarium für den Hausputz verantwortlich.

Aquarium im Weltall

Die Hansestadt Bremen hat nicht nur tierische Stadtmusikanten, sondern auch findige Wissenschaftler zu bieten – manche lassen sogar Fische ins All fliegen. **>> Kerstin Beckert**

Es war einmal ein Forscherteam aus Bremen, das hatte zwar keinen Esel, aber ein Aquarium. Und weil das Aquarium schon einmal im Weltraum war, wird es nun in einem Container ausgestellt. Allerdings in keinem gewöhnlichen. Die Blackbox mit dem Namen »Zwischen Himmel und Erde: Abgehoben« ist Teil einer Wanderausstellung, die in den kommenden Monaten durch Bremen – die Stadt der Wissenschaft 2005 – ziehen wird.

Das Weltraumaquarium mit dem Namen »Closed Equilibriated Biological Aquatic System« oder kurz Cebas besteht aus einem 8,6-Liter-Süßwassertank, in dem Fische jeden Alters, Tellerschnecken und Wasserpflanzen gemeinsam leben. Das Besondere daran: Cebas ist ein geschlossenes Ökosystem, das über Monate autark und ohne Einwirkung von außen existieren kann. Die Pflanzen produzieren Sauerstoff, den die Fische zur Atmung benötigen. Die Fische wiederum fressen Teile der Pflanzen. Und die Schnecken halten als Reinigungspersonal das Ökosystem sauber, da sie Algen- und Aasfresser sind.

Flüge mit dem Spaceshuttle

Ursprünglich war Cebas für den Einsatz im All gedacht. Die Forscher wollten damit verstehen, wie sich Weltraumstrahlung und Schwerelosigkeit an Bord eines Raumschiffs auf ein geschlossenes Ökosystem und seine Bewohner auswirken. Insgesamt dreimal ging das kleine Aquarium – mit jeweils geringen baulichen Veränderungen – auf große Reise: 1998 einmal an Bord des Spaceshuttles Endeavour (STS-89) und bei der darauf folgenden Columbiamission (STS-90, Neurolab). Fünf Jahre später flog Cebas wieder mit der Columbia (STS-107) – und ging bei deren Absturz am 1. Februar 2003 verloren. Später wurde das Experiment wieder nachgebaut. Das irdische Pendant des aquatischen Habitats nennt sich heute offiziell Aquahab.

Die Idee eines künstlichen Ökosystems mit Weltraumerfahrung wurde bereits Ende der 1980er Jahre geboren, damals als interdisziplinäres Forschungsprojekt, an dem Forschungsinstitute und Universitäten aus ganz Deutschland beteiligt waren. Gebaut und entwickelt wurde es ab 1995 im Auftrag des Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) von der Firma »Orbitale Hochtechnologie Bremen« (OHB-System AG). Zwei Jahre später übernahm der promovierte Biologe Klaus Slenzka die Leitung des Projekts.

Fliegende Fische Per Videoaufzeichnung soll das Verhalten und die Entwicklung der schwimmenden Astronauten untersucht werden.

OHB-SYSTEM

Der 47-Jährige ist seit zwanzig Jahren passionierter Weltraumforscher. Eine Profession, die dazu führte, dass der Wissenschaftler 1993 im Rahmen der zweiten deutschen Spacelab-Mission D2 sogar ein kurzes Astronautentraining absolvierte – zwei Tage, an denen Slenzka ziemlich durch die Mühle gedreht wurde.

Zwanzig Jahre Erfahrung

So war er nach Schleudersitz, Druck-Vakuumkammer und dreieinhalbstündigem Parabelflug um einige Kilo leichter. Ein Erlebnis, das den Biologen auf die technische Seite der Raumfahrtforschung vorbereitet hat. In der OHB-Zentrale im Bremer Technologiepark arbeitet Slenzka als einziger Biologe unter etwa 230 Physikern und Ingenieuren.

Die Bremer OHB-System AG gehört zur Fuchs-Firmengruppe. Das Familienunternehmen verfügt über zwanzig Jahre Erfahrung mit Raumfahrtprojekten. Entstanden ist es aus einem kleinen Bremer Hydraulikunternehmen, das der Luft- und Raumfahrtingenieur Manfred Fuchs im Jahr 1981 übernahm. Das Pikante daran: Fuchs war zuvor Direktor des Messerschmitt-Bölkow-Blohm-Imperiums (MBB Erno), aus dem der Hauptkonkurrent von OHB, die EADS Space Transportation, hervorgegangen ist. Da die »European Aeronautics Defense and Space Company« EADS ebenfalls eine Niederlassung in Bremen hat, ist die Hansestadt einer der wichtigsten Standort für die deutsche Weltraumforschung.

OHB konzentriert sich besonders auf Forschungsprojekte in der Erdumlaufbahn wie die Entwicklung von Kleinsatelliten. So stellt das Unternehmen unter anderem das hochauflösende Radaraufklärungssystem Sar-Lupe her, bei dem fünf baugleiche Satelliten die Erde im Auftrag der Bundeswehr ab 2006 rund um die Uhr überwachen sollen.

Einbauschränke auf der ISS

Darüber hinaus baut und entwickelt das Bremer Unternehmen wissenschaftliche Forschungsanlagen für die Internationale Raumstation ISS. Die Nutzlasten – zu denen auch Cebas gehört – sind mit vorgefertigten Einbauschränken zu vergleichen, die später in das Columbus-Modul der ISS eingebaut werden.

Außerdem ist OHB Entwickler des so genannten »Flywheel«: eines Fitnessgeräts, mit dem die Astronauten gegen den >

OHB-SYSTEM

Leben in vier Kammern Vorbereitung auf den Flug: Das Aquarium durfte im All weder Wasserschaden noch Hitze oder Elektrosmog verursachen.

NASA, KSC

Per Anhalter ins All Dreimal schon flog Cebas an Bord eines Shuttles in den Weltraum. Vielleicht ist es auch künftig an Bord der ISS.

> in der Schwerelosigkeit entstehenden Muskel- und Knochenschwund antrainieren. Zwar ist das Flywheel für den Einsatz auf der ISS gedacht – in den kommenden Monaten lässt es sich aber auch schon am Erdboden ausprobieren, und zwar im Raumfahrtcontainer der Stadt Bremen. Die Wirkung des Flywheel kann sich – wie bei einer Rudermaschine – auch ohne Schwerkrafteinwirkung voll entfalten, da das Trimmgerät wie ein Jo-Jo funktioniert.

Darüber hinaus ist OHB auch an dem von EADS entwickelten wiederverwendbaren Raumgleiter Phönix (AH 7-8/2005, S. 14) wie auch an zukünftigen Marsmissionen beteiligt. So erforscht die Bremer Raumfahrtfirma im Auftrag der Europäischen Weltraumagentur Esa, welche technischen Anforderungen ein Landefahrzeug der ab 2009 geplanten ExoMars-Mission beim Eintritt in die Atmosphäre des Roten Planeten erfüllen muss.

Extreme Lebensräume bewohnbar machen

Auch das im Bremer Raumfahrt-Container ausgestellte Cebas-Experiment ist noch nicht beendet. Klaus Slenzka will das raumfahrterprobte Ökosystem nun auch ganz erdverbunden einsetzen, da, wie er sagt, »die Grundlagenforschung im Idealfall irgendwann auch Gewinn abwerfen muss«. Und das scheint ihm zu gelingen.

»Die Erkenntnisse von Cebas sollen unter anderem der Entwicklung von Lebenserhaltungssystemen im Weltall und auf der Erde dienen«, fügt Slenzka hinzu.

So könnte das Modell bei zukünftigen bemannten Weltraummissionen oder auf der internationalen Raumstation ISS Sauerstoff, Nahrung und sauberes Wasser produzieren. Der irdische Cebas-Abkömmling Aquahab könnte auf der Erde extreme Lebensräume wie Unterwasser- und Polarstationen oder die Wüste angenehmer zum Wohnen machen. »In etwa zwei Jahren«, glaubt Slenzka, »könnte Aquahab erste Nutzer haben und auch Geld einbringen.« Zudem ist gerade ein Prototyp im Bau, der Chemikalien auf ihre Umweltverträglichkeit testen soll.

Aber auch andere praktische Anwendungen sind denkbar. So erklärt Klaus Slenzka, dass simple Arbeiten wie das Zusammenkleben zweier Scheiben unter Wasser bisher noch nicht möglich sind. Die Natur dagegen hätte dieses Problem längst gelöst. »Denken Sie nur daran, wie bombenfest Seepocken oder Muscheln an Schiffen haften«, so der Biologe. Daher möchte er in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) in Bremen eine Art künstlichen Seepockenkleber entwickeln, der dann mit Hilfe von Aquahab auf seine Haltbarkeit und Umweltverträglichkeit getestet wird.

Eine Machbarkeitsstudie ist jedenfalls seit Januar in Arbeit. Vielleicht wird bereits eine der nächsten Sojusmissionen eine Vorform des bionischen Klebers mit ins All nehmen. Zunächst aber muss das kleine Weltraumaquarium seinen Langzeittest in der Blackbox der »Stadt der Wissenschaften« bestehen. <<

Kerstin Beckert ist Biologin und arbeitet als freie Wissenschaftsjournalistin in Stuttgart.

Weblinks:

www.ohb-system.de • http://spaceflight.esa.int • www.stadtderwissenschaft2005.de

Wissenschaft im Container

Wissenschaftlich haben Bremen und Bremerhaven einiges zu bieten. In diesem Jahr wurden die Schwesterstädte gemeinsam zur »Stadt der Wissenschaft« gekürt. Bis Ende November wird es neben 500 Ausstellungen und Vorträgen noch viel Forschung zum Anfassen geben. So können sich Besucher im Focke-Windkanal ordentlich durchpusten lassen oder in den Sommermonaten über den Pier der Wissenschaften schlendern.

Am 17. Mai wird die Ausstellung »Black Boxes« vor dem Bremer Überseemuseum eröffnet. Bis Oktober reisen die insgesamt 15 Container kreuz und quer durch die Stadt und sind dann alle drei Wochen in einem anderen Stadtteil zu sehen. Dazu werden die Boxen in Dreiergruppen zusammengefasst, die jeweils unter einem Oberbegriff stehen.

Meer & Klima: Dieses Boxentrio widmet sich dem Thema Tiefsee.

Nahaufnahmen: Erkundungen in den Tiefen des Mikrokosmos. »GENErationen – Kommen und Gehen«

Verborgene Ordnung: Magnetismus, Oberflächen, Biokeramik

Einfach Komplex: Über das Weltbild im Kopf

Zwischen Himmel und Erde: Mit Satelliten lassen sich nicht nur ferne Welten, sondern auch irdische Probleme wie Luftverschmutzung oder Algenblüte detailliert untersuchen. Der Container »Abgehoben« hat die Forschung in der Umlaufbahn zum Thema. Hier zeigen OHB und EADS, dass man dem All auch von der Erde aus nahe sein kann. Dabei hilft ein Simulator für Weltraumflüge, den Schüler entwickelt haben.

Sieben Zwerge

Im zweiten Teil des großen Spektivtests haben wir für Sie sieben Markengeräte auf Herz und Nieren getestet.

>> Stefan Seip

Alle Spektive im vorliegenden Testfeld haben aus Gründen der Vergleichbarkeit Objektivdurchmesser zwischen 60 und 67 Millimetern. Sie dürfen also bei der Beobachtung von lichtschwachen Objekten keine Wunder erwarten. Dafür sind die Geräte klein und leicht genug, um auf jeder Reise, jeder Wanderung und in jedem Urlaub dabei zu sein.

Die Einstiegsklasse beginnt bei 60 Millimeter Öffnung, wobei viele Hersteller einige Millimeter zugeben. Während das Gerät von Dörr exakt 60 Millimeter aufweist, sind es beispielsweise beim Leica Televid 62 Millimeter und beim Geoma Vixen sogar 67 Millimeter. In allen Fällen haben wir uns für die kleinste Öffnung entschieden, um Preis und Gewicht für den Einsteiger überschaubar zu halten. Falls ein Hersteller sein Produkt mit einfach korrigiertem Objektiv und wahlweise mit speziell farbkorrigiertem (so genannten halbapo- oder apochromatischem) Objektiv anbietet, fiel unsere Wahl auf das einfachere und damit preiswertere Modell.

Gesichtsfeld und Tunnelblick

Nicht geglückt ist uns dies beim Swarovski ATS 65 HD. Der Hersteller schickte für den Test seine »High-Definition« (HD)-Variante, obwohl eine einfachere Ausführung erhältlich ist. Beim Zeiss Diascope 65 T* FL hatten wir keine andere Wahl, als das Modell mit Fluoritgläsern (FL) und besonders hoher Farbkorrektur zu nehmen, da hier keine einfachere Ausführung verfügbar ist. Das gleiche trifft auf das Pentax PF-65EDa zu, das ebenfalls nur in der ED-Ausführung (Extra-low Dispersion) mit verbesserter Farbkorrektur bezogen werden kann. Swarovski, Zeiss und Pentax gehen also mit einem konstruktionsbedingten Vorsprung an den Start.

Auch bei der Wahl der dazugehörigen Okulare haben wir auf den Preis geachtet und uns in allen Fällen für Zoomokulare (auch Vario-Okulare genannt) entschieden. Da sich die Primärbrennweiten der einzelnen Modelle unterscheiden und auch die Okulare untereinander nicht austauschbar sind, wählten wir aus Gründen der Vergleichbarkeit möglichst ähnliche Zoombereiche. Einige Hersteller lassen Ihnen die Wahl zwischen zwei verschiedenen Zoomokularen. Gemäß unserer Vorgabe wählten wir die jeweils günstigere Variante. Beim Pentax-Spektiv nahmen wir jedoch vorsorglich auch die hochwertigere Variante in das Testprogramm auf. Damit wollten wir der Frage nachgehen, ob sich die zum Teil beträchtliche Mehrinvestition auch in der Bildqualität niederschlägt.

Die mit Zoomokularen erreichbaren Vergrößerungen liegen im Bereich von 20- bis 50fach. Minimal wird eine 15fache (Zeiss) und maximal eine 60fache (Swarovski, Fujinon und Pentax) Vergrößerung angeboten. Neben der Vergrößerung ist das scheinbare Gesichtsfeld ein wichtiger Wert. Er gibt an, wie groß der Bereich des Himmels ist, der bei einer bestimmten Vergrößerung im Okular überblickt werden kann. Ist das Gesichtsfeld zu eng, ergibt sich eine Art Tunnelblick und das Auffinden der Ziele wird schwierig. Größere Felder empfindet man beim Beobachten als wesentlich angenehmer. Das Auge kann das Gesichtsfeld auch nach größeren Objekten wie Sternhaufen absuchen, die dann noch bequem ins Blickfeld passen.

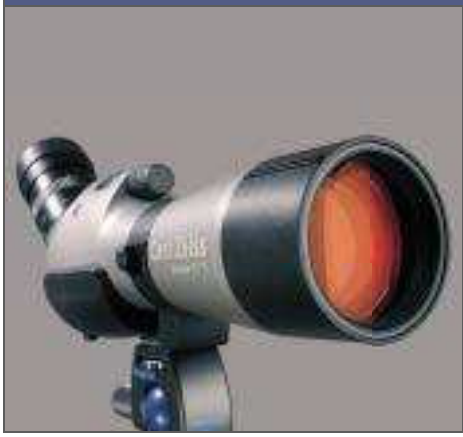
Nicht nur für Brillenträger spielt der Einblickkomfort eine große Rolle. Entspanntes Beobachten ist nur dann möglich, wenn das Auge einen bequemen Ruhepunkt am Okular findet und dabei sein gesamtes Gesichtsfeld überblickt werden kann. Die Verwendung einer Brille sowie höhere Vergrößerungen machen es schwer, diesen optimalen Zustand zu erreichen. Alle getesteten Modelle verfügen über verstellbare Augenmuscheln aus Kunststoff oder Gummi, um den für Sie passenden Abstand einzurichten.

Auf die Plätze, fertig, los

Testzeitraum war September bis November 2004. Alle Testgeräte (Steckbriefe siehe Kästen ab S. 61) standen uns gleichzeitig zur Verfügung. So konnten wir diese im direkten Vergleich an ein und demselben Beobachtungsobjekt testen sowie das jeweilige Bild im Okular beurteilen (Ergebnisse siehe Tabelle auf S. 65). Da die Eignung der Spektive im Astroeinsatz beurteilt werden sollte, wurden schwerpunktmäßig Himmelsbeobachtungen gemacht. Ergänzt wurden die dabei festgestellten Eigenschaften durch Tests am Tage, wo terrestrische Objekte und Testtafeln weitere Aussagen über wahres Gesichtsfeld, Schärfe, Kontrast, Auflösungsvermögen, Farbwiedergabe und Bildfehler lieferten. Beispielaufnahmen des Monds, die durch alle Spektive gemacht wurden, flossen in die Bewertung ein. Diese wie auch die Tabellen finden Sie unter www.astronomie-heute.de.

Die Beobachtung enger Doppelsterne lieferte uns einen Hinweis, wie die generelle Abbildungsqualität der getesteten Spektive und deren Auflösungsvermögen zu bewerten war. Hierbei mussten wir beachten, dass das theoretische Auflösungsvermögen nur bei Doppelsternen erreicht werden kann, deren Komponenten gleich hell sind. Bei wachsendem Helligkeitsunterschied wird die Trennung >

Carl Zeiss Diascope 65 T* FL mit Vario-Okular 15- bis 45fach



Öffnung	65 Millimeter
Farbkorrektur des Objektivs	verbessert durch die Verwendung von Fluoritlinsen (FL)
Okularanschluss	spezielles Bajonett
Gesichtsfeld	3,2° bei niedrigster Zoomstufe bis 1,5° bei höchster Zoomstufe (von 56m/1000m bis 26m/1000m)
Fokussiereinrichtung	zweistufig, Untersetzung für Feinfokussierung
Peileinrichtung	Rinne entlang der Sonnenblende
Gewicht	1100 Gramm
Länge	300 Millimeter
Preis mit Zoomokular	1552,– Euro
Sonstiges	ausziehbare Streulichtblende
Webseite des Herstellers	www.zeiss.de

> **Das Spektiv von Zeiss** vermittelt einen hochwertigen Eindruck. Die Verarbeitungsqualität ist makellos und das Design zeitlos. Durch eine Griffschale am hinteren Ende liegt es so gut in der Hand, dass es in Ausnahmefällen sogar freihändig verwendet werden kann. Die Montage des Okulars im Bajonett ist jedoch schwergängig und erfordert ein beherztes Zupacken. Ärgerlich ist das Stativgewinde: Der gängige 1¼-Zoll-Anschluss erfolgt über ein Reduzierstück, das in einem 3/8-Zoll-Gewinde eingeschraubt ist. Dieses bleibt bei der Demontage oft auf der Stativschraube und kann ohne Werkzeug kaum wieder gelöst werden. Das Gerät wird ohne Tasche geliefert.

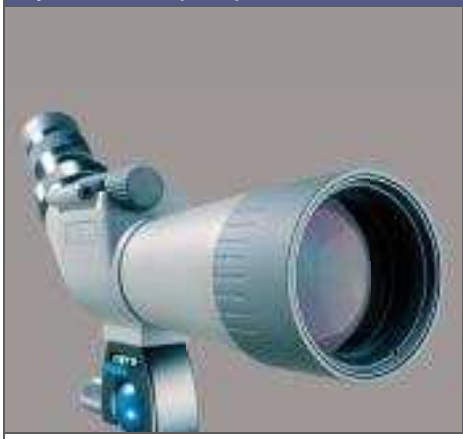
Dörr Danubia W 60 mit Zoomokular 18- bis 54fach

ASTRONOMIE HEUTE **PREISTIPP**

Öffnung	60 Millimeter
Farbkorrektur des Objektivs	normal
Okularanschluss	spezieller Schraubanschluss
Gesichtsfeld	1,9° bei niedrigster Zoomstufe bis 0,8° bei höchster Zoomstufe (von 33m/1000m bis 14m/1000m)
Fokussiereinrichtung	einstufig
Peileinrichtung	nein
Gewicht	765 Gramm
Länge	260 Millimeter
Preis mit Zoomokular	249,– Euro
Sonstiges	ausziehbare Streulichtblende
Webseite des Herstellers	www.doerrfoto.de

> **Der kleinste, leichteste** und auch preiswerteste Testkandidat. Nach dem umständlichen Abschrauben des Objektivdeckels fanden wir noch Plastikgussreste vor der Linse. Die Verarbeitung ist ordentlich, auch wenn sie mit den bekannten Edelmarken nicht mithalten kann. Das Design ist gefällig und funktional. Das Okular wird eingesteckt und durch einen Konterring fixiert. Beim Zoomen muss man fest zupacken, sonst dreht sich nur der Gummiring in seinem Lager. Das Bedienungshandbuch ist sehr kurz gefasst und weist viele Übersetzungsfehler auf. Erfreulich: Eine Transporttasche wird mitgeliefert.

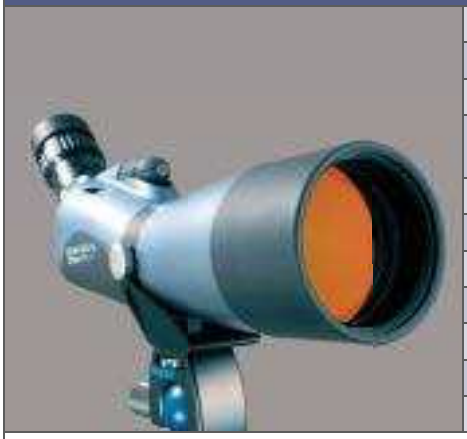
Fujinon Field Scope Super 60-A mit Zoomokular Fujinon 20- bis 60fach



Öffnung	60 Millimeter
Farbkorrektur des Objektivs	normal
Okularanschluss	spezieller Schraubanschluss
Gesichtsfeld	1,9° bei niedrigster Zoomstufe bis 1,1° bei höchster Zoomstufe (von 33m/1000m bis 19m/1000m)
Fokussiereinrichtung	einstufig
Peileinrichtung	dünnes Röhrchen ohne Optik als Peilsucher
Gewicht	1045 Gramm
Länge	305 Millimeter
Preis mit Zoomokular	666,– Euro
Sonstiges	ausziehbare Streulichtblende
Webseite des Herstellers	www.fujinon.de (leider ohne Informationen zu diesem Spektiv)

> **Das Spektiv von Fujinon** ist die »graue Maus« im Feld. Designerische Aspekte haben bei der Herstellung offenbar keine große Rolle gespielt. Weitere Mängel: Ein umständliches Schraubgewinde am Objektivdeckel, der nicht drehbare Stativanschluss und eine aus Billigkunststoff gefertigte Schutzhülse, die unter heftigen Quietschlauten auf ein Außengewinde aufgeschraubt werden muss. Erfreulich ist, dass die übrige Verarbeitungsqualität des Spektivs tadellos ist. Das Okular wird gesteckt und mittels Konterring fixiert.

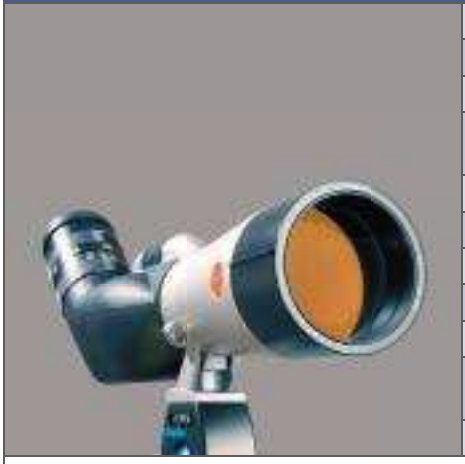
Geoma Vixen Pro 67-A mit Zoomokular GLH48 16- bis 48fach



Öffnung	67 Millimeter
Farbkorrektur des Objektivs	normal
Okularanschluss	spezieller Schraubanschluss
Gesichtsfeld	2,4° bei niedrigster Zoomstufe bis 1° bei höchster Zoomstufe (42m/1000m bis 17,5m/1000m)
Fokussiereinrichtung	zweistufig, Untersetzung für Feinfokussierung
Peileinrichtung	nein
Gewicht	1025 Gramm
Länge	328 Millimeter
Preis mit Zoomokular	818,– Euro
Sonstiges	ausziehbare Streulichtblende
Webseite des Herstellers	www.vixeneurope.com

> **Der erste Eindruck des Geoma-Spektivs** ist von der recht eigenwilligen Farbgebung des Instruments (blaumetallic/schwarz) geprägt. Verarbeitung und Materialwahl sind einwandfrei, wenn man von einem Rasseln absieht, das durch eine lose Schraube im Geräteinnern hervorgerufen wurde. Das Okular wird gesteckt und ist mit einem Drehring gesichert. Zwar ist eine Transporttasche im Lieferumfang enthalten, das Gerät passt jedoch mit montiertem Zoomokular nicht mehr in diese Tasche hinein.

Leica Televid 62 mit Vario-Okular B 16- bis 48fach



Öffnung	62 Millimeter
Farbkorrektur des Objektivs	normal (Apo-Version verfügbar)
Okularanschluss	spezielles Bajonett
Gesichtsfeld	2,5° bei niedrigster Zoomstufe bis 1,4° bei höchster Zoomstufe (44m/1000m bis 24m/1000m)
Fokussiereinrichtung	zweistufig, Untersetzung für Feinfokussierung
Peileinrichtung	Rinne entlang der Sonnenblende
Gewicht	910 Gramm
Länge	300 Millimeter
Preis mit Zoomokular	1300,– Euro
Sonstiges	stickstoffgefüllt um Beschlag von innen zu vermeiden, druckwasserdicht bis drei Meter Tiefe, ausziehbare Streulichtblende
Webseite des Herstellers	www.leica-camera.de

> **Das Leica-Spektiv** ist ein hochwertiges Produkt mit attraktivem Design. Neben der getesteten teilarmierten Version gibt es auch eine vollarmierte Ausführung für den Einsatz unter harten Bedingungen. Nach dem Einstecken des Okulars in das Bajonett rastet dieses mit einem hörbaren Klick ein und kann erst nach Betätigung einer Verriegelung wieder entnommen werden. Bei niedrigster Vergrößerung ist das Gerät im Ausnahmefall auch ohne Stativ verwendbar. Eine Transporttasche ist als Zubehör erhältlich.

Pentax PF-65EDa mit Zoomokular SMC XF 20- bis 60fach (6,5 – 19,5mm)

Öffnung	65 Millimeter
Farbkorrektur des Objektivs	verbessert durch spezielle Linsen mit »Extra-low Dispersion« (ED)
Okularanschluss	genormter 1¼-Zoll-Steckanschluss
Gesichtsfeld	2,1° bei niedrigster Zoomstufe bis 1° bei höchster Zoomstufe (37m/1000m bis 17,5m/1000m)
Fokussiereinrichtung	einstufig
Peileinrichtung	Steg entlang der Sonnenblende
Gewicht	1070 Gramm
Länge	270 Millimeter
Preis mit Zoomokular	808,– Euro
Sonstiges	ausziehbare Streulichtblende
Webseite des Herstellers	www.pentaximaging.com

> **Das Pentax-Spektiv** ist sehr kompakt und nach dem Dörr-Danubia das kürzeste Modell im Testfeld. Es ist komplett gummiarmiert, was zwar der Robustheit zugute kommt, dem Instrument jedoch keine Chance auf den Schönheitspreis lässt. Nach dem Auspacken roch das Spektiv intensiv nach Gummi, was auch bei den ersten Beobachtungen noch störte. Der Geruch verschwand jedoch nach etwa zwei Wochen vollständig. Besonders positiv: Das Pentax-Spektiv besitzt als einziges im Testfeld eine 1¼-Zoll-Steckhülse, die alle handelsüblichen astronomischen Okulare dieser Größe aufnimmt.

ANZEIGE

Swarovski ATS 65 HD mit Zoomokular 20- bis 60fach

Öffnung	65 Millimeter
Farbkorrektur des Objektivs	verbessert durch die »High Definition«-Ausführung (auch normale Variante verfügbar)
Okularanschluss	spezielles Bajonett
Gesichtsfeld	2,1° bei niedrigster Zoomstufe bis 1,1° bei höchster Zoomstufe (37m/1000m bis 19m/1000m)
Fokussiereinrichtung	einstufig, Drehring wie bei einem Objektiv
Peileinrichtung	dünnes Röhrchen ohne Optik als Peilsucher
Gewicht	1080 Gramm
Länge	305 Millimeter
Preis mit Zoomokular	1989,– Euro
Sonstiges	ausziehbare Streulichtblende
Webseite des Herstellers	www.swarovskioptik.at

> **Das Swarovski-Spektiv** kommt in tarngrünem Jägerlook daher. Es ist vollarmiert und so gegen äußere Einflüsse gefeit. Das schnörkellose Design ist zeitlos und funktional. Die Fertigungsqualität ist sehr gut und erfüllt selbst höchste Ansprüche. Das Einsetzen des Okulars erfolgt über einen Bajonettanschluss, der hörbar einrastet und mit einem Schieber wieder entriegelt werden kann. Bei der Scharfeinstellung geht Swarovski neue Wege: Statt eines kleinen Fokussierrädchens gibt es einen breiten Scharfstellring in der Mitte des Tubus. Ähnlich wie bei einem Fotoobjektiv kann durch Drehen dieses Rings sehr präzise scharf gestellt werden.

Tele Vue-60 Apo f/6 mit 1¼-Zoll-45-Grad-Amiciprisma und Zoomokular Tele Vue Clickstop 15- bis 45fach (8–24mm)

Öffnung	60 Millimeter
Farbkorrektur des Objektivs	apochromatisch, 2-linsig
Okularanschluss	genormter 1¼-Zoll-Steckanschluss
Fokussiereinrichtung	Schiebetubus und Helikalfokussierer
Peileinrichtung	nein
Gewicht	1360 Gramm
Länge	254 Millimeter
Preis mit Zoomokular	1196,– Euro 1566,– Euro mit 60-Grad-Prisma und Nagler-Zoomokular 3–6mm
Sonstiges	ausziehbare Taukappe
Webseite des Herstellers	www.televue.com (Englisch)

> **Das Tele Vue-60** diente uns als Referenzoptik. Der kleine, sehr kompakte Refraktor ist komplett aus Metall, schwarz eloxiert und verfügt über einen 1¼-Zoll-Okularanschluss. Die Grobfokussierung erfolgt über einen verschiebbaren Tubusabschnitt. Der Tubus ist so kurz gebaut, dass man ein Amici- oder Zenitprisma benötigt, um in den Schärfepunkt zu gelangen. Ein geradsichtiger Einblick ist nur mit einer Verlängerungshülse möglich. Der Tubus enthält keine Prismen und ist daher für terrestrische Beobachtungen nur bedingt geeignet. Das Tele Vue-60 ähnelt hier eher einem Teleskop. Seine Abmessungen und seine Öffnung rücken es jedoch in die Nähe der Spektive.

> zunehmend schwieriger. Alle Spektive sollten zumindest von ihrer Öffnung her im Stande sein, Doppelsterne bis etwa 2,2 Bogensekunden Abstand zu trennen.

Bei einem Fernrohr würde man hierzu die Vergrößerung auf das Doppelte seines Objektivdurchmessers steigern, also etwa auf 120fach. Die erreichbare Vergrößerung mit den gewählten Zoomokularen endet jedoch, je nach Gerät, schon bei 45- bis 60facher Vergrößerung. Daher haben wir den Doppelstern Lambda Orionis als Kandidaten ausgewählt. Seine beiden Komponenten sind 3,5te und 5,6te Größe hell und stehen 4,4 Bogensekunden auseinander. Er ist der hellste der drei Sterne, die den Kopf des Sternbilds Orion bilden.

In unserem Unitron-Refraktor – konnte der Stern schon bei 30facher Vergrößerung sauber getrennt werden. Überraschenderweise war nur ein Spektiv in der Lage, dieses Erfolgserlebnis zu wiederholen: das Swarovski ATS 65 HD. Schon bei 36facher Vergrößerung gelang die Trennung, bei 60fach sah der Doppelstern wie im Lehrbuch aus. Mit Bravur erfüllt auch das Geoma Vixen diese Aufgabe, allerdings erst bei seiner Maximalvergrößerung von 48fach. Nicht ganz so perfekt, dennoch deutlich, schaffen das auch das Leica- und das Zeiss-Spektiv in der jeweils höchsten Zoomstufe (45- und 48fach). Im Fujinon-Spektiv konnten wir die beiden Komponenten erst bei 60facher Vergrößerung trennen, auch wenn das durch strahlenartige Ausbrüche an den Sternen nicht einfach und auch nicht gerade ein Genuss war. Das Dörr-, das Pentax- und das Tele-Vue-Spektiv scheiterten an dieser Aufgabe. Beim Pentax waren es unsaubere, durch stark asymmetrische Farbränder verzerrte Sternabbildungen, die einen Erfolg verhinderten. Das Dörr und sogar das Tele Vue konnten die erforderliche Schärfe nicht erreichen.

Zumindest beim Tele Vue-60 war die Ursache hierfür schnell gefunden: Das preiswerte 1¼-Zoll-Amiciprisma war einfach zu schlecht. Nachdem es gegen das 60-Grad-Everbright-Prisma (ebenfalls Tele Vue) getauscht und ein Nagler-Zoomokular mit sechs Millimeter Brennweite eingesetzt wurde, gelang die Trennung schon bei 60facher Vergrößerung mühelos.

Die Modelle, die Lambda Orionis »geknackt« hatten, wurden anschließend noch mit dem Doppelsternsystem Beta

Zusammenfassung der Testergebnisse																								
Spektivmodell	**Carl Zeiss Diascope 65 T FL**			**Dörr Danubia W 60**			**Fujinon Field Scope Super 60-A**			**Geoma Vixen Pro 67-A**			**Leica Televid 62**			**Pentax PF-65EDa**			**Swarovski ATS 65 HD**			**Tele Vue 60**		
Zoomstufe	n	m	h	n	m	h	n	m	h	n	m	h	n	m	h	n	m	h	n	m	h	n	m	h
Schärfe	1	1	1	1	1	2	1	1–	3	1	1	2	1–	1–	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1–
Randschärfe	4	3	3	1	1	1	2	2	3	2	2+	1	2	1	1	2	1	1	2+	2+	2+	2	1	2
Kontrast	1	1	1	1–2	1–2	2	2	2–3	3	2	2	2–	2	2	2–	2	3	4	1	1	1	1	1–	2
Helligkeit	1	1	1	2–3	2–3	3	2	2–3	3	2	2–	2–3	2	2+	2	1–2	1–2	1–2	1	1	1	1	1–	2
Farblängsfehler	1	1	1–	1	2	2–	2	2–3	3–	1	2	3	1	1-	2–	1	2	3	1	1	1	1	1	1–
Verzeichnung	2	3	3-	1–	2–	3–	1	2–3	3	1	2	3+	1	1	1	2	2	2–	1	1–2	2	1	2	3
Randlichtabfall	1–	1–	1–	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reflexneigung	2	2	2	2–	2–	2-	1–	1–	1–	3	3	3	3	2	2	3	3+	3+	2	2	2	2	2	2
Einblicksverhalten	1	1–	2	1	1	1–	1	2	3	1	1	2	1	1	1–	1	2	2-	1	1	1	1	1	2
Einblicksverh. mit Brille	1	2	3	1	2	3	1	3	4	1	1	2	1	1–	2	2	2–	3	1	1	1–	1	1	2
Kidney-Bean-Effekt	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	2	1–	1	1	1	2	2–	2	2+	1	1	1	1
Gesamtnote Optik *	1,62			1,65			2,06			1,73			1,47			1,97			1,26			1,38		
Grobfokussierung	3			2+			1–			1			3			1–2			1			1		
Feinfokussierung	2			–			–			1			1			–			–			1		
Zoomverstellung	2			3			2			1–			2			2+			3			1–		
Okularwechsel	3			3–			2–			3–			2–3			1–			1			1		
Stativanschluss	3			3			3			2			2			2			3			1–		
Gesamtnote Mechanik	2,6			2,75			2,12			1,7			2,1			1,63			2			1,1		
Fokussierungsfeintrieb	2			2			2			1			2			2			1			1		
Ausrichtung/Visier	3–			3–			3			3–			3			3			3			3–		
Fokusstab. beim Zoomen	2–3			2–			2–3			2–			2			1			2–			2–3		
Augenmuschel	1			3			2			1			1			1			1			3		
Handschuhbedienung	2			1–2			1			1–			1			1			1			1		
Gesamtnote Handhabung	2,15			2,4			2,1			1,75			1,8			1,6			1,65			2,15		
Gesamtnote »Look&Feel«	1			2,5			3			2			1			1			1			1,25		
				Preistipp															**Testsieger**					
Gesamtergebnis	**1,77**			**2,1**			**2,23**			**1,78**			**1,55**			**1,97***			**1,4**			**1,44**		

Bewertung mit Schulnoten (1 = sehr gut bis 6 = ungenügend) mit Zwischenstufen und Tendenzen (»+«: besser, »–«: schlechter).

*: schlechtere Gesamtnote Optik führt zur Abwertung des Gesamtergebnisses auf diesen Wert; Zoomstufen: n = niedrigste m = mittlere h = höchste

Orionis, besser bekannt als Rigel, konfrontiert. Rigel ist eine harte Nuss, da der Helligkeitsunterschied beider Komponenten gewaltig ist: 0,1te zu 6,8te Größe bei einem Abstand von allerdings bequemen 9,5 Bogensekunden. Eine besonders scharfe, kontrastreiche und streulichtarme Optik ist notwendig, damit der schwache Begleiter nicht von der helleren Komponente überstrahlt wird.

Wieder zeigte der alte Unitron-Refraktor, wie gut das mit sechzig Millimeter Öffnung gehen kann. Und wieder schaffte nur das Swarovski ein halbwegs vergleichbares Resultat. Beim Tele Vue gelang die Trennung wieder erst, nachdem das höherwertige Prisma und das Nagler Zoom eingesetzt wurden. Mit großer Mühe nahm auch das Zeiss Diascope noch diese Hürde, während das Leica Televid nur blickweise einen Rigel-Begleiter erahnen ließ. Alle anderen Modelle bissen sich an Beta Orionis die Zähne aus.

Kapella als Teststern

Ein Schwenk zu Kapella (Alpha Aurigae), dem hellsten Stern im Sternbild Fuhrmann soll uns weitere Erkenntnisse über die Abbildungsgüte liefern. Zwar ist Kapella kein Doppelstern für kleine Fernrohre, aber eine perfekte Lichtquelle für den »Startest«. Dabei wird der Stern sowohl exakt im Brennpunkt als auch im defokussierten Zustand beurteilt. Wird das Okular vom Objektiv entfernt, spricht man von einer extrafokalen Lage, in Richtung Objektiv von einer intrafokalen Lage. In beiden Fällen erscheint der Stern nicht als Punkt, sondern als Scheibe. Die Form und der Vergleich zwischen extra- und intrafokalem Bild geben wertvolle Hinweise auf die Güte der verwendeten Optik.

Zuerst der unhandliche Unitron: Bei ihm sehen sowohl das extra- als auch das intrafokale Sternscheibchen exakt gleich aus – ein Zeichen für ein gutes Objektiv. Obwohl das Öffnungsverhältnis des abgeblendeten Geräts bei 1:20 lag, war ein schwacher, purpurfarbener Hof um den Stern sichtbar. Ein untrügliches Zeichen für einen minimalen Farbfehler. Nun galt es zu klären, ob die modernen, kurzbrennweitige Objektive der Spektive ein ähnlich gutes Ergebnis liefern könnten.

Das Swarovski-Spektiv bestätigte auch hier seinen guten Eindruck aus der ersten Runde. Der Startest lieferte ein 1a-Ergeb- >

> nis, das fast dem eines großen astronomischen Fernrohrs ebenbürtig war. Auch das Zeiss-Spektiv glänzte mit sehr ordentlichen Werten. Die zur Bildaufrichtung notwendigen Prismen erzeugten allerdings eine senkrechte Kante, die beim scharf gestellten Stern zu zwei schwachen Strahlen führt. Im Fokus war Kapella trotz seines FL-Objektivs von einem ganz schwachen, violetten Halo umgeben, der die Beobachtung jedoch nicht weiter störte.

Das Leica-Spektiv (ein »Nicht-Apo«) war dem Zeiss bei niedriger Vergrößerung durchaus ebenbürtig, bei höherer Vergrößerung legte sich jedoch ein deutlich sichtbarer blau-violetter Hof um Kapella. Am Tag führt dieser Farbfehler zu Einbußen bei Schärfe und Kontrast. Wer hier maximale Leistung haben will, sollte also die »Apo«-Version ins Auge fassen. Leicht ovale Beugungsscheibchen, deren Längsachse sich intra- und extrafokal um neunzig Grad dreht, deuteten beim Geoma-Vixen-Spektiv auf einen schwachen Astigmatismus hin. Der Farbfehler des Geräts stört vor allem bei hohen Vergrößerungen. Noch mehr jedoch leidet das fokussierte Bild des Sterns unter unregelmäßigen Strahlenausbrüchen.

Einen noch stärkeren Astigmatismus weist das Fujinon auf. Und auch die chromatische Abberation erreicht hier erhebliche Ausmaße und ist beispielsweise dafür verantwortlich, dass Rigel nicht als Doppelstern zu sehen ist. Das Bild des scharf gestellten Sterns entspricht einfach nicht dem, was sich der Hobbyastronom von seinem Gerät erhofft. Hier schlägt sich das Dörr Danubia besser: Zwar entsteht auch hier im Brennpunkt bei höchster Vergrößerung kein wirklich sauberes Sternabbild, doch es ist zumindest frei von Astigmatismus. Der Farbfehler hält sich in gerade noch tolerierbaren Grenzen.

Katastrophaler Sterntest

Einen geradezu katastrophalen Sterntest lieferte das Pentax PF-65EDa. Ein erheblicher Farbfehler lässt zudem vermuten, dass das Testgerät hochgradig dejustiert gewesen sein muss. Schon bei mittleren und hohen Vergrößerungen waren die defokussierten Sternscheiben in eine Richtung blau, in der anderen rot! Auch der beste Schärfepunkt vermochte es nicht, das Licht zu vereinigen. Nur bei niedrigster Vergrößerung war dieses Manko nicht sichtbar.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass das Gerät von Tele Vue mit dem preiswerten Amiciprisma beim Startest maximal einen Platz im Mittelfeld belegt hätte. Nach Tausch gegen ein hochwertiges Prisma zeigte sich jedoch, dass das Objektiv nahezu farbfehlerfreie Abbildungen liefert. Selbst bei Vergrößerungen von 150fach werden Sterne noch tadellos abgebildet – ein eindrucksvoller Leistungsbeweis, aber auch die Erkenntnis, dass für astronomische Beobachtungen beim okularseitigen Zubehör nicht gespart werden darf.

Im Testzeitraum stand der Ringplanet Saturn hoch am Himmel. Sein Ring mit der Cassinischen Teilung ist auch schon in Fernrohren mit 60 bis 70 Millimeter Öffnung zu sehen. Mit dem Spektiv von Dörr Danubia war das problemlos möglich. Es zeigt die Ringstruktur des Saturn klar und deutlich. Noch feinere Details, etwa der Schatten der Saturnkugel auf dem Ring oder die Cassinische Ringteilung bleiben diesem Gerät jedoch verborgen, ebenso beim Fujinon. Sowohl im Zeiss- als auch im Leica-Spektiv war der Planetenschatten auf dem Ring sichtbar, nicht jedoch die Cassiniteilung. Das gelang im Prinzip auch dem Pentax-Spektiv. Allerdings war hier eine Hälfte des Planeten rot, die andere blau verfärbt. Deutlich schöner war das Bild da schon im Geoma Vixen: »Eine gute Schärfe und ansprechende Farben, Planetenschatten auf dem Ring, aber keine Cassiniteilung«, vermerkt das Beobachtungsprotokoll. Sogar das Zeiss- und das Leica-Spektiv mussten sich am Saturn dem Geoma Vixen knapp geschlagen geben. Der einzige Kandidat im Testfeld, der neben den bereits erwähnten Details auch die Cassiniteilung zeigte, war – wie mittlerweile fast schon zu erwarten: das Swarovski. Für ein Objektiv mit 65 Millimeter Durchmesser und kurzer Brennweite ein bemerkenswert gutes Ergebnis!

Das Tele Vue-60 konnte hier nur mit der höherwertigen Ausstattung mithalten. Mit dem Nagler-Zoomokular gelingen wahrhaft spektakuläre Beobachtungen des Ringplaneten, die schnell vergessen lassen, dass man hier durch ein Kleinstteleskop mit 2,4 Zoll Öffnung schaut.

Versöhnlich für alle Geräte im Test fiel die Beobachtung des Monds aus. Ausnahmslos wurden die Bilder als scharf und detailreich empfunden. Vollständig ohne Farbrand konnten nur das Swarovski, das Tele Vue und das Zeiss den hellen Mondrand gegen den dunklen Himmel abbilden. Doch auch bei den anderen Spektiven trat der Farbrand in keinem Fall störend in Erscheinung.

And the winner is …

Klarer Testsieger ist das Swarovski ATS 65 HD. Das Spektiv schlägt sogar das als Referenz ins Rennen geschickte Tele Vue-60. Doch es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass dieses Spektiv mit einem Vorteil in den Wettkampf ging: Wir testeten die HD-Version, die über eine besonders hohe Farbfehlerkorrektur verfügt. Es ist damit auch das mit Abstand teuerste Gerät im Testfeld. Nicht nur die optische Leistung des Swarovski überzeugt, auch die mechanische Verarbeitung ist Spitzenklasse. Spektiv und Okular sind wasserdicht. Ein umfangreiches Zubehörprogramm lässt keine Wünsche offen und rundet den positiven Gesamteindruck ab.

Mit deutlichem Abstand folgen dann das Leica- und das Zeiss-Spektiv. Deutlich preiswerter ist das Geoma Vixen. Dennoch ist auch dieses Gerät für astronomische Beobachtungen gut geeignet. Seine optischen Werte können sich durchaus sehen lassen, auch wenn das Niveau der fast doppelt so teuren Geräte vor allem bei der mechanischen Fertigungsgüte nicht erreicht wird.

Überraschend gut schlägt sich das Dörr Danubia W 60. Im Set preiswerter als manches Okular der Mitbewerber, sind die Einsparungen bei diesem Spektiv in der mechanischen Verarbeitung zu finden. Die Optik hinterlässt – angesichts des Preises – einen vernünftigen Eindruck. Beim Pentax PF-65EDa sind allenfalls die niedrigen Vergrößerungen für Himmelsbeobachtungen nutzbar. Es ist den hohen Anforderungen an die saubere Darstellung von winzig kleinen Sternen – eine Herausforderung für jede Optik – nicht gewachsen. Das ist sehr schade, denn bei Tagbeobachtungen war von diesen Schwächen nichts mehr zu sehen – dann vermochte dieses Spektiv durchaus und in jeder Hinsicht zu überzeugen. <<

Stefan Seip ist freier Autor und Astrofotograf in Stuttgart.

Die Spektive für diesen Test wurden uns freundlicherweise von den Herstellern sowie von der **Firma Fernrohrland** (www.fernrohrland.de) in Fellbach zur Verfügung gestellt.

Strahlende Bogen am Taghimmel

Wer tagsüber zum Himmel sieht, entdeckt mit etwas Glück Halos, Nebensonnen und Regenbogen. Für Nachtschwärmer haben wir ein Portfolio mit Jupiterfotos.

Leuchtende Nachtwolken
Digitale Selbstauslöser-Aufnahme, automatische Belichtung bei Blende 2.8 und Iso 400 **>> Manfred Holl**

Nur ganz schwach hebt sich der 22-Grad-Halo vor dem Wolkenhimmel ab. Unten links ist eine der beiden Nebensonnen zu erkennen. **>> Klaus-Peter Janovics**

Der schwächere Sekundärbogen rechts oben zeigt die Regenbogenfarben in umgekehrter Reihenfolge. **>> Klaus-Peter Janovics**

Parhelion überm Hafen

Strahlend weiße Winterwolken verursachten diese Nebensonne über Hamburg. Das Foto entstand mit einer Kyocera Finecam S5R, Iso 200, Blende 2.8, bei automatischer Belichtung. **>> Manfred Holl**

Halo im Land der Pharaonen?

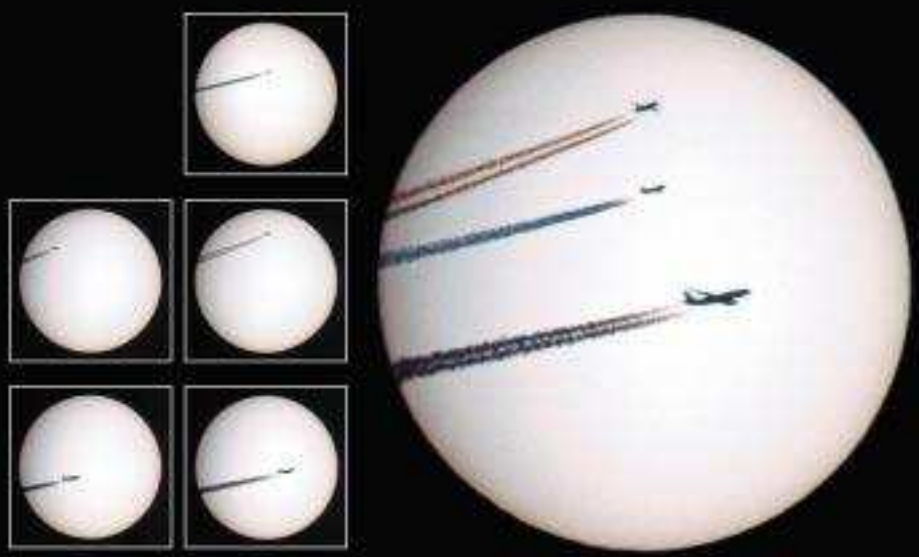
Keine Pyramide, sondern einen Hausgiebel bei Osnabrück umgibt der 22-Grad-Halo. Belichtung 1/1000 Sekunde **>> Sören von der Werth**

Ganz blau erscheint Jupiters Globus im TAL-200K Acht-Zoll-Kletskow-Cassegrain mit Zweifach-Barlow. Registriert von einer ToUCam Pro, bearbeitet mit Registax
>> Herwig Sulzbacher

Im Zehn-Zoll-Schmidt-Cassegrain scheint Io von seinem Schatten verfolgt zu werden. 56-mal 1/8 Sekunde belichtet (Nikon Coolpix), mit Registax und Photoshop addiert und bearbeitet **>> Jens Müller**

Von Ganymeds Schatten in der äquatorialen Zone wurden mit Medion-Mini-DV-Camcorder mehrere hundert Bilder aufgenommen, mit Giotto addiert und geschärft.
>> Martin Wagner

Hybridfinsternis über Panama, vom Randstreifen des Pan-American Highway aus gefilmt (Screenshots)
>> Val und Andrew White



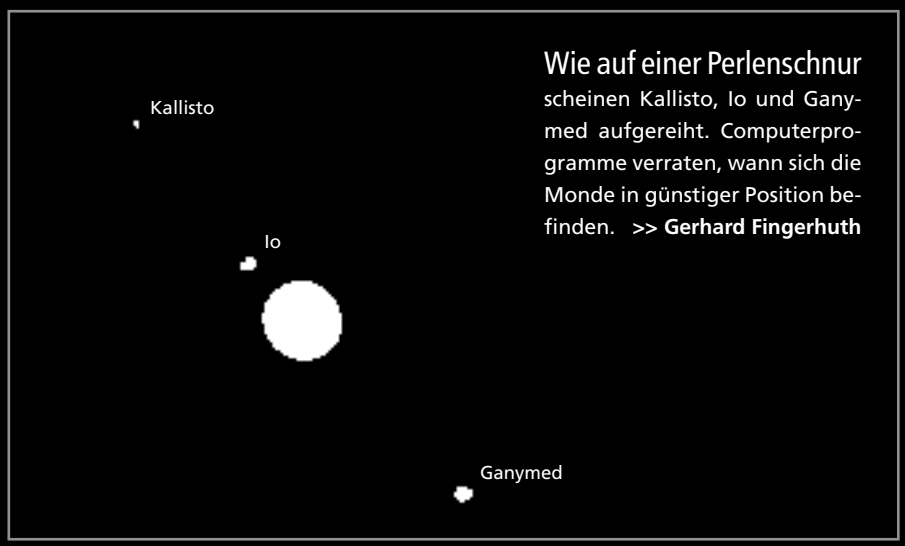
Eine Stunde lang die Sonne durchs Acht-Zoll-Newton beobachtet, dann war das Material für die Montage im Kasten. Bearbeitet wurde mit Photoshop Elements. **>> Jörg Goldhofer**

Zwei bearbeitete Jupiterbilder aus jeweils 1100 Frames einer ToU-Cam wurden zum LRGB-Komposit zusammengeführt. Filter: UV/IR-Blocking und IR-Pass

>> **Sebastian Voltmer**

Io und sein Schatten im Zehn-Zoll-Newton. Aufnahmedaten wie »Von Ganymeds Schatten« links oben

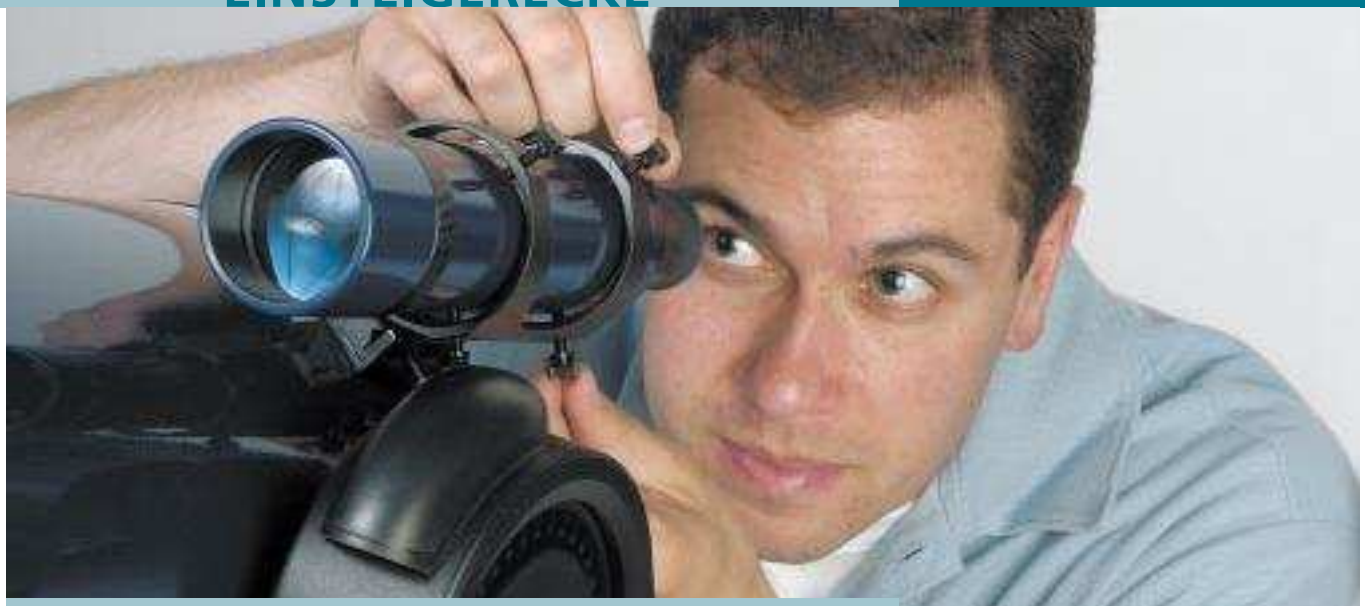
>> **Martin Wagner**



Wie auf einer Perlenschnur scheinen Kallisto, Io und Ganymed aufgereiht. Computerprogramme verraten, wann sich die Monde in günstiger Position befinden. >> **Gerhard Fingerhuth**

Machen Sie mit: Wir freuen uns über Ihre »Glanzlichter« – schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. (Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste und ungezippte JPEG-Bilder. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an.)

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH • Redaktion ASTRONOMIE HEUTE • Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg • E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de



Der Sucher – ohne ihn geht's nicht

ALLE ABBILDUNGEN: NIGHT SKY / AH

Wenn die Suche nach dem Himmelsobjekt mit dem Teleskop zur Plage wird: Hier ist die Lösung! **>> Tony Flanders**

Selten werden Sucherfernrohre ausreichend gewürdigt. Sie sind recht einfach aufgebaut, verursachen aber bei mangelnder Sorgfalt unter Umständen Probleme. Wer sich dagegen die geringe Mühe macht, den Umgang mit ihnen zu lernen, hat bei seinen Himmelsbeobachtungen deutlich mehr Spaß. Anstatt für die Einstellung eines einzigen Himmelsobjekts mehrere Minuten aufzuwenden, wandern Sie mühelos von einem zum andern.

Sie benötigen deshalb einen Sucher, weil das Fernrohr, auf dem er sitzt, nur einen winzigen Himmelsausschnitt zeigt. Dieses Gesichtsfeld beträgt typischerweise ein Grad oder weniger, selbst bei geringster Vergrößerung. Genauso wenig sehen Sie, wenn Sie durch einen dicken Strohhalm gucken. Das Gesichtsfeld eines großen Teleskops mit hoher Vergrößerung wiederum umfasst vielleicht ein Zehntel davon, so als würde man durch ein Nadelöhr blicken. Es ist fast unmöglich, am Nachthimmel irgendetwas zu finden, wenn Sie nur direkt durchs Hauptrohr spähen.

Ein Sucher ist ein sehr kleines Teleskop mit einem großen Gesichtsfeld – im Vergleich zum Strohhalm in etwa wie die Röhre einer Küchenrolle. Damit lässt sich ein Himmelsobjekt relativ leicht lokalisieren. Sobald sich das gewünschte Ziel im Zentrum des Zielfernrohrs befindet – ein Punkt oder Fadenkreuz markiert die Mitte –, sollte es auch im Hauptrohr zu sehen sein, zumindest theoretisch. Aber in der Praxis kann eine ganze Menge schief gehen.

Unterschiedliche Sucherarten

Einige sehr kleine Fernrohre mit großem Gesichtsfeld besitzen gar kein Zielfernrohr. Solange der Tubus ein gerader Zylinder ist, ist das kein Problem, weil Sie an ihm entlangpeilen können. Arbeiten Sie dagegen mit Sucher, gilt es zunächst herauszufinden, um was für eine Art es sich bei ihm handelt. Die Bilder auf der Seite gegenüber helfen Ihnen dabei.

Immer mehr Teleskope werden mit 1:1-Suchern verkauft, die überhaupt nicht vergrößern. Stattdessen verwenden sie eine Leuchtdiode, die einen roten Punkt oder Kreis auf eine Scheibe am vorderen Ende des Suchers projiziert, durch die Sie den Himmel sehen.

Wahrscheinlich handelt es sich bei Ihrem Sucher jedoch um ein Minifernrohr. Beim Geradeaus-Modell schauen Sie von hinten in Richtung des Objekts hindurch. Rechtwinklige Sucherfernrohre dagegen lenken den Strahlengang durch ein Prisma oder durch Spiegel um neunzig Grad ab. Der Einblick erfolgt bei ihnen von der Seite. Dieser Artikel befasst sich in erster Linie mit den Geradeaus-Modellen, aber die meisten der angesprochenen Punkte gelten für die abgewinkelten Geräte gleichermaßen. Vieles ist auch für 1:1-Sucher wichtig.

Manchmal ist es nützlich, die Vergrößerung und den Durchmesser der Sucheröffnung zu kennen, also den der Hauptlinse. Gewöhnlich gibt der Hersteller die Daten an. Die häufigsten Varianten sind 5×24, 6×30, 8×50 und 9×50. Dabei bezeichnet die erste Zahl die Vergrößerung und die zweite den Öffnungsdurchmesser in Millimetern.

Warten Sie nicht, bis es dunkel geworden ist, um Ihren Sucher zu testen. Packen Sie ihn lieber am Tag aus und richten Sie ihn auf ein Straßenschild oder einen Schriftzug in einiger Entfernung. Höchstwahrscheinlich steht das Bild auf dem Kopf. Manche Zielfernrohre enthalten hingegen Komponenten, die das Bild in die tatsächliche Ausrichtung drehen. Rechtwinklige Sucher liefern immer ein aufrecht stehendes Bild, dafür sind oft wie im Spiegel die Seiten vertauscht.

Wenn Sie eine Brille tragen, ist es besser, ohne sie durch den Sucher zu schauen. Es ist zwar bequemer, sie aufzubehalten, aber dadurch kann ein Teil des Gesichtsfelds verloren gehen.

Justieren Sie zunächst vorsichtig.

Erscheint das Bild verschwommen? Einige Sucher besitzen eine Scharfeinstellung. Dabei dreht man das Okular (die Linse nahe dem Auge) oder das Objektiv (die Linse am vorderen Ende). Möglicherweise müssen Sie dafür zuerst einen Sperrring lösen und danach wieder anziehen. Gehen Sie vorsichtig dabei vor, damit Sie das Okular oder die Frontlinse nicht vom Tubus lösen.

Ganz wichtig: Der Sucher und das eigentliche Teleskop müssen exakt in dieselbe Richtung zeigen. Andernfalls führt Sie der Sucher jedes Mal aufs Neue an die falsche Position. Es ist nicht nötig, vor jeder Beobachtung zu justieren, aber es schadet nicht, die Justierung immer kurz zu überprüfen.

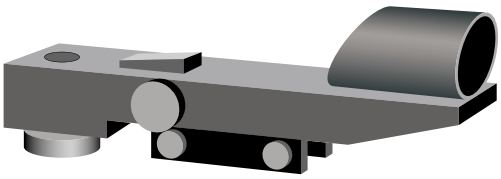
Am einfachsten können Sie den Sucher bei Tageslicht ausrichten. Vergewissern Sie sich, dass seine Halterung fest am Tubus des Fernrohrs befestigt ist. Sie darf nicht wackeln oder sich verdrehen. Auch verbogen darf sie nicht sein.

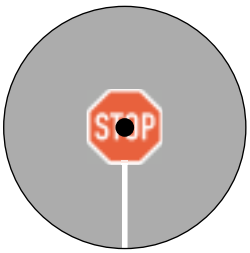
Dann überprüfen Sie die Stellschrauben, die zur Feinjustierung des Peilrohrs dienen. Das sind entweder zwei, drei oder sechs Stück. Bei drei und sechs Schrauben ziehen Sie diese an, ohne viel Kraft aufzuwenden. Bei fest arretiertem Hauptrohr schubsen Sie den Sucher, während Sie hindurchsehen, zuerst vorsichtig in die eine und dann in die andere Richtung. Keine Angst, wenn er sich dabei ein wenig bewegt und dann in die ursprüngliche Richtung zurückspringt. Bleibt er in der neuen Richtung stehen, dann haben Sie allerdings ein Problem. Wir werden uns mögliche Lösungen hierfür später ansehen.

Nun spielen Sie mit den Stellschrauben und beobachten Sie, wie sich das auf das Bild im Sucher auswirkt. Die Ausführung mit zwei Befestigungen ist am einfachsten auszurichten. Eine Schraube bewegt den Suchertubus auf- und abwärts und die andere nach rechts und links, während ihn eine Feder gegen die Schrauben drückt. Die vordere Halterung umklammert den Sucher und bildet somit den Drehpunkt für die hinten angebrachten Schrauben.

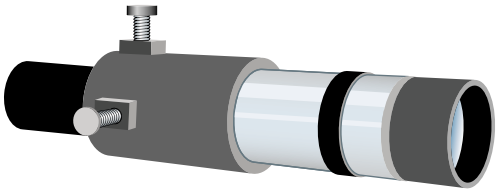
Halterungen mit drei Schrauben funktionieren ähnlich, nur übernimmt hierbei die dritte Schraube die Aufgabe der Feder. Jedes Mal, wenn Sie eine der >

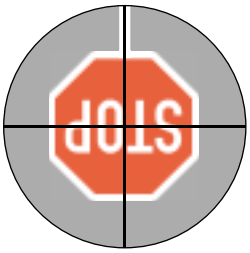
1 **1:1-Sucher**



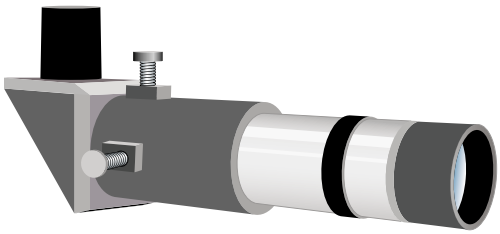


2 **Geradeaus-Sucher**



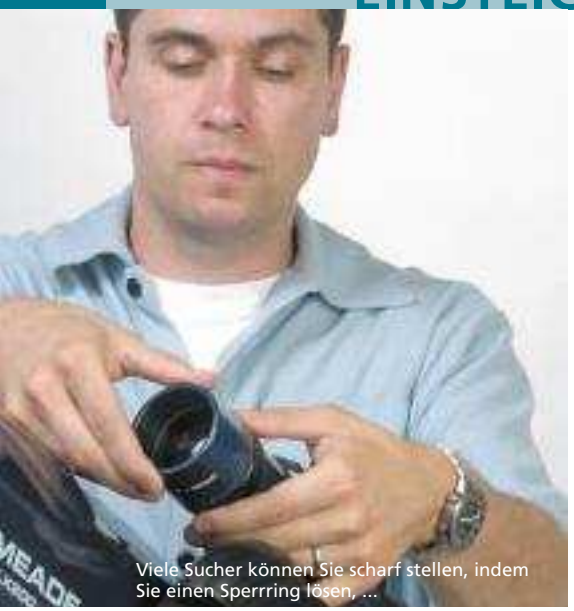


3 **Winkelsucher**



1:1-Sucher vergrößern nicht, sondern projizieren einen schwarzen Punkt oder Kreis in die Ansicht. Die meisten Geradeaus-Sucher stellen das Bild auf den Kopf, während viele Winkelsucher eine spiegelverkehrte Ansicht liefern. Die beiden letzten Typen beinhalten manchmal jedoch optische Elemente, die das Bild wieder in seine ursprüngliche Orientierung drehen.

Winkelsucher sind schwieriger zu justieren als Geradeaus-Modelle. Aber es ist bequemer, durch sie hindurchzuschauen, wenn der Blick nach oben geht.


Viele Sucher können Sie scharf stellen, indem Sie einen Sperrring lösen, ...

... die Frontlinse nach innen oder außen drehen ...

... und anschließend den Sperrring wieder anziehen.

> Schrauben lösen, müssen Sie eine oder die beiden anderen anziehen, um die Auslenkung zu korrigieren. Es ist nicht einfach, genau vorherzusehen, wie das Endergebnis aussehen wird. Manchmal beginne ich damit, alle drei Schrauben ein wenig zu lockern. Dann bewege ich den Sucher mit einer Hand in die gewünschte Richtung und halte ihn dort fest, bis ich die Schrauben wieder so angezogen habe, dass er in dieser Position festgestellt ist.

Einige schlecht gebaute Halterungen umklammern das vordere Ende des Tubus nicht richtig. Sie versagen beim Stoßtest. Versuchen Sie das Problem zu beseitigen, indem Sie den Tubus mit einem Klebeband umwickeln, bis er am Drehpunkt sicher befestigt ist.

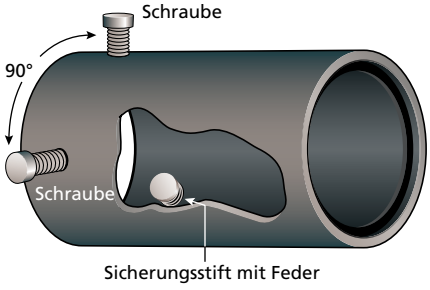
Bei der Sechs-Punkt-Befestigung halten drei zusätzliche Schrauben den Tubus des Suchers am vorderen Ende. Hier können Sie die Justierung mit den vorderen oder den hinteren drei Schrauben durchführen.

Jetzt sind wir so weit, den Sucher auszurichten. Wählen Sie zunächst ein Ziel, das mindestens dreißig Meter entfernt, leicht zu finden und zu identifizieren ist, wie die Spitze eines entfernten Turms oder einen großen Baum. In der Nacht bieten sich helle Lichtquellen an, beispielsweise der Mond. Mit dem schwächsten Okular stellen Sie das Objekt im Teleskop ein. Falls der Sucher nicht justiert ist, erfordert dies unter Umständen etwas Mühe und Geduld. Die Prozedur ist tagsüber einfacher.

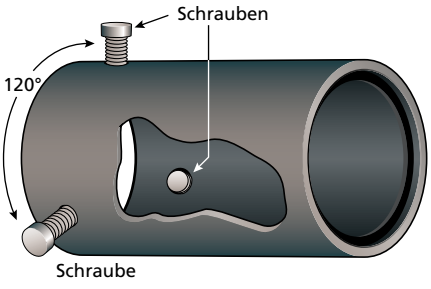
Sobald das Objekt in der Bildmitte des Teleskops eingestellt ist, halten Sie das Fernrohr still und justieren Sie den Sucher mit seinen Stellschrauben, bis das Ziel im Zentrum des Fadenkreuzes liegt. Jetzt zeigen Teleskop und Sucher exakt in dieselbe Richtung. Die Justierung ist damit beendet.

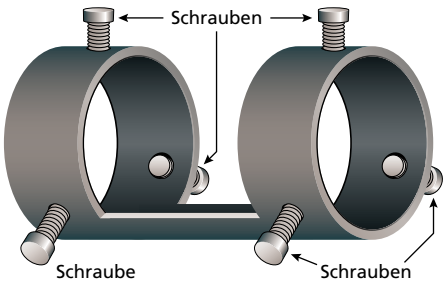
Pannenhilfe für schwere Fälle

Während Sie Ihren Sucher ausrichten, können verschiedene Probleme auftauchen. Unter Umständen verschiebt er sich immer wieder, wenn Sie ihn berühren, obwohl Sie Ihr Bestes getan haben, ihn mit Klebeband und Schrauben zu fixieren. Vielleicht ist etwas so verkantet, dass die Justierschrauben nicht genug Spiel haben, um den Sucher in der richtigen Position zu halten. Das kann auch der Fall sein, wenn die Schrauben so fest wie möglich angezogen oder vollständig gelöst sind. Vielleicht haben Sie einen starken Sehfehler und können den Sucher nicht scharf stellen. Möglich ist auch, dass Sie nichts darin sehen, weil seine Optik von zu schlechter Qualität ist.



Sucherhalterungen besitzen üblicherweise zwei, drei oder sechs Justierschrauben. Mit der jeweils oberen Schraube bewegen Sie den Sucher auf und ab, die seitlichen verschieben ihn in Querrichtung. Beim Sechs-Schrauben-Modell können Sie vorne und hinten justieren.





Was ist besser?

Die meisten Anfänger kommen mit 1:1-Suchern ohne weitere Vorbereitung zurecht. Sucher, die vergrößern, sind schwieriger zu handhaben, aber sie zeigen mehr Sterne, als mit dem bloßen Auge zu sehen ist. Das ist besonders in Stadtnähe von Vorteil, wo man nur wenige Leitsterne sieht und ihre Abstände groß sind.

Ein wackliger Sucher lässt sich meistens stabilisieren, indem Sie den Tubus vorne unter der Halterung mit Klebeband umwickeln.

All dies sind schwer wiegende Probleme. Setzen Sie sich mit dem Hersteller in Verbindung oder mit dem Händler, bei dem Sie den Sucher gekauft haben. Fragen Sie dort nach weiteren Methoden, die Sie ausprobieren können. Als letzte Möglichkeit schicken Sie das Gerät zurück mit der Bitte, es umzutauschen, oder lassen Sie sich den Kaufpreis erstatten.

Wenn Ihr Sucher dafür zu alt ist und alle Versuche nicht zum Erfolg führen, sollten Sie in Betracht ziehen, sich einen neuen zuzulegen. Wahrscheinlich ist ein 1:1-Sucher die einfachste und billigste Lösung. Verschiedene Händler bieten Modelle an, die an nahezu jedem Rohr mit einem Klebeband befestigt werden können. Auch gute Sucherteleskope sollte es im Fachhandel geben.

Eine andere Möglichkeit ist, ein einfaches Visier zu bauen; einige Schrauben auf einem Stück Holz können Wunder wirken. Selbst Sichtröhren aus Karton oder Kunststoff sind nicht zu verachten.

So finden Sie sich zurecht

Ist der Sucher endlich justiert, können Sie ihn für das Auffinden aller möglichen Himmelsobjekte verwenden. Fangen wir mit dem einfachsten an, einem Ziel, das man auch mit bloßem Auge sieht: dem Mond, einem hellen Planeten oder irgendetwas am Tag. Zuerst drehen Sie das Teleskop ungefähr in Richtung des Objekts. Dann schauen Sie durch das Peilrohr. Mit etwas Glück (oder Erfahrung) können Sie das Ziel schon sehen. Falls nicht, wende ich die Zwei-Augen-Methode an: Ich öffne beide Augen, wobei ich mit dem einen durch den Sucher blicke und mit dem anderen ganz normal schaue. Ich richte das Fadenkreuz des Zielfernrohrs an dem Objekt aus, das ich mit dem freien Auge betrachte. Dann ist das Ziel auch im Sucher zu erkennen. Ich muss es nur noch in die Bildmitte bringen.

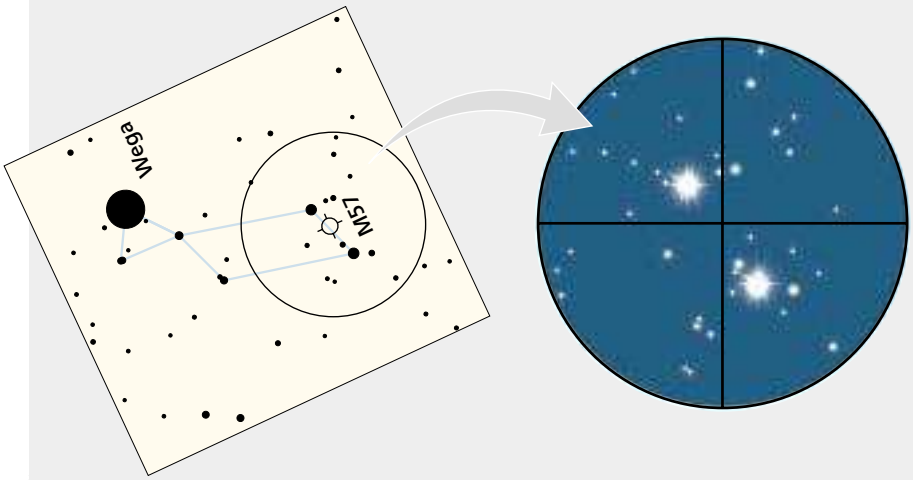
Dieses Vorgehen mit beiden Augen ist anfangs etwas verwirrend, weil das Auge, das durch den Sucher blickt, die Dinge sich schneller bewegen sieht als das unbewaffnete. Zusätzlich stellen die meisten Sucher das Bild auf den Kopf. Dadurch bewegen sich die beiden Ansichten in entgegengesetzte Richtungen. Aber daran gewöhnen Sie sich bald.

Wenn das Himmelsobjekt mit bloßem Auge nicht zu sehen ist, brauchen Sie eine Sternkarte, die Ihnen zeigt, zwischen welchen sichtbaren Sternen es liegt. Richten Sie das Fadenkreuz ungefähr auf das Zielgebiet aus, dann erscheint es möglicherweise schon im Sucher. Das gilt besonders für Peilrohre mit mindestens dreißig Millimeter Durchmesser. Sehen Sie es nicht, suchen Sie im umliegenden Gebiet. Vielleicht haben Sie etwas danebengezielt. Verschwenden Sie aber nicht allzu viel Zeit darauf; das Objekt könnte zu schwach oder zu klein sein, um im Sucher zu erscheinen.

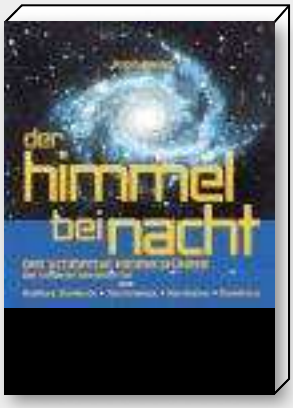
In diesem Fall müssen Sie sich von Stern zu Stern bis zu Ihrem Ziel hangeln. Dieses »Star-hopping« ist die langsamste Methode, aber mit etwas Erfahrung absolut narrensicher. Beginnen Sie mit einem Stern in der Nähe des Ziels, der mit freiem Auge sichtbar ist. Dann arbeiten Sie sich zum Objekt vor, indem Sie immer wieder den Anblick im Sucher mit der Sternkarte vergleichen. Viele Neulinge bekommen den Dreh rasch heraus.

Welche Methode Sie auch verwenden, es ist auf alle Fälle immer leichter, etwas mit dem Sucher zu finden als ohne. Achten Sie nur auf die Justierung und halten Sie beide Augen offen, wenn Sie hindurchblicken! <<

Es ist nicht ganz einfach, das Bild im Sucher einer Sternkarte anzugleichen. Diese Karte ist so gedreht, dass sie im Kreis genau das Gesichtsfeld des Zielfernrohrs zeigt. Der Sucher zeigt mehr Sterne als die Karte, dennoch ist das Ziel, der Ringnebel M 57, zu schwach, um es zu erkennen. Aber das Fadenkreuz liegt auf der richtigen Position. Wenn Sie nun durch das Teleskop schauen, werden Sie M 57 darin erblicken!



Tony Flanders hat mehr als tausend Himmelsobjekte mit Dutzenden verschiedener Methoden und Hilfsmittel gefunden.



Robin Kerrod

Der Himmel bei Nacht
Der ultimative Himmelsführer

Fleurus-Verlag
Köln 2003, je 128 Seiten
ISBN 3-89717-216-X
19,90 €

Das komplette interaktive Set

Zunächst stolpert man bei diesem Paket über den Begriff »interaktiv«, ist dieser doch in der Regel mit einer Software oder zumindest mit Medien für den Computer verbunden. Hier allerdings ist die Kombination aus »Sternführer« (Handbuch), Sternkarten, drehbarer Sternkarte und Taschenlampe gemeint.

Letztere soll es dem Beobachter ermöglichen, mit dem Kartenwerk den Gang ins Freie anzutreten und ihm die Orientierung erleichtern. Dabei leidet sie aber unter einem Manko, das in den Büchern sogar aufgeführt wird: Sie leuchtet beim Einlegen frischer Batterien (nicht im Lieferumfang enthalten) zu hell und verhindert damit die Dunkeladaption der Augen. Da hilft auch die rote Tönung der Frontscheibe nicht viel. Man sollte sich also mit teilentladenen Batterien behelfen.

Die drehbare Sternkarte besteht aus Folie und beschichtetem Karton und dürfte auch lange Beobachtungsnächte mit aufziehendem Tau aushalten. Wie die Karten in den Büchern zeigt auch die Planisphäre nur Sterne bis etwa vierte Größenklasse und wirkt daher sehr aufgeräumt und übersichtlich.

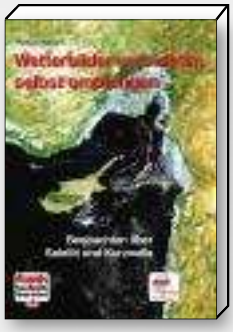
Ästheten wird allerdings auffallen, dass Sternpunkte, Beschriftung und Sternbildlinien stellenweise unschön gegeneinander versetzt sind. Auch laufen eng stehende Sternpunkte ineinander, sodass beispielsweise die Plejaden nie in ihrer bekannten Form zu sehen sind, sondern nur als ein verschmierter großer Fleck.

Die Trennung von Kartenwerk und Handbuch leuchtet sofort ein und reduziert das Gepäck, das ein Beobachter mitschleppen muss. Inhaltlich gibt es aber einige Kritikpunkte, so fallen dem versierten Leser etliche fachliche Fehler und falsche Schreibweisen auf. Auch bei der Bildauswahl und deren Beschriftung hätten Autor, Übersetzer und Verlag etwas mehr Sorgfalt walten lassen können. So erwecken Falschfarbenbilder und Hubbleaufnahmen ohne entsprechende Kennzeichnung beim unvoreingenommenen Leser einen völlig falschen Eindruck von dem, was ihn unterm Himmelszelt mit bloßem Auge oder einem Einsteigerinstrument erwartet. Auch falsch zugeordnete und unscharfe Fotos trüben das Bild.

Nichtsdestotrotz erhält der Astroeinsteiger mit diesem Paket viel Material, das sie oder er für die ersten Schritte in die Astronomie benötigen. So gesehen hat das Produkt ein akzeptables Preis-Leistungs-Niveau und ist – gerade auch als Geschenk für einen interessierten Teenager – durchaus sein Geld wert.

>> Oliver Dreissigacker

Wettervorhersage



Thomas Riegler

Wetterbilder und -daten selbst empfangen
Beobachtungen über Satellit und Kurzwelle

Verlag für Technik und Handwerk, Baden-Baden 2004
112 Seiten, 168 Abbildungen, mit CD-ROM
ISBN 3-88180-399-8
17,80 €

Stört Sie beim Beobachten ab und an eine Wolke? Dann fragen Sie sich vielleicht, ob man die Bilder der Wettersatelliten anzapfen kann, um zu erkennen, wo der Himmel klar ist. Man kann – und in seinem Ratgeber erläutert Thomas Riegler, wie das Abhören geht.

Viele Wettersatelliten, die um die Erde kreisen, sind für uns nur in Zeitfenstern von wenigen Minuten zu empfangen. Was sie auf dem Boden messen, funken die meisten im Frequenzbereich um 137 Megahertz zur Erde. Grundlagen wie diese vermittelt der Autor ausführlich, wenn auch nicht immer leicht verständlich: Die Orbits etwa strapazieren das räumliche Vorstellungsvermögen des Lesers sehr, zumal es keine einzige Skizze dazu gibt.

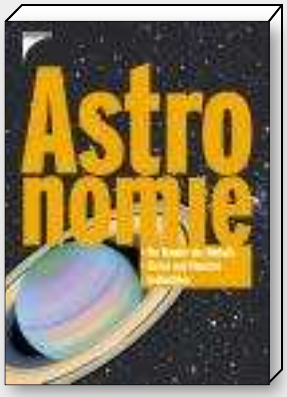
Welche der technischen Empfangsmöglichkeiten die beste ist, hängt von den abzuhörenden Trabanten ab. Leider ist das Buch hier weder klar nach Gerätetypen noch nach Satelliten gegliedert. Um alle Details zu verstehen, braucht der Leser ein solides Vorwissen in Funktechnik. Mit Antenne und Empfänger ist es nicht getan – der Computer hilft die Daten auszuwerten. Die Programme dazu werden verständlich vorgestellt. Zwanzig Seiten zum Funkempfang von Wetterinformationen komplettieren den Ratgeber.

Auf der beiliegenden CD-ROM, die auch Empfangssoftware enthält, gibt es Wetterbilder, die Sie sich mit einem CD-Spieler anhören können – so ein Signal klingt wie ein defekter Blinker.

Damit Ihnen die Umwandlung in Satellitenbilder gelingt, sollten Sie das nicht gerade billige Buch, das an vielen Stellen wie aus dem Ärmel geschüttelt wirkt, sehr genau studieren.

Oder Sie begnügen sich weiterhin mit den weniger aktuellen Aufnahmen im Internet oder Fernsehen.

>> Sven Titz



Mark Emmerich, Sven Melchert

Astronomie
Die Wunder des Weltalls
Sterne und Planeten beobachten

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2005
185 Seiten mit 244 Farbfotos, 39 S/W-Fotos,
12 Sternkarten und 50 Illustrationen
ISBN 3-440-10266-1
9,95 €

Einsteigerlektüre

Astronomie ist ein faszinierendes Hobby. Wer einmal bewusst in einer dunklen Nacht gen Himmel geschaut hat, wird vom Anblick zigtausender Sterne bewegt gewesen sein. Angesichts der Unendlichkeit des Weltalls kommt sich der Einzelne klein und unbedeutend vor. Gleichzeitig türmen sich zahlreiche Fragen auf: Wie viele Sterne gibt es? Wo finde ich die Planeten? Und so weiter. Vielleicht möchte er sich stärker damit beschäftigen, aber dann steht er vor einem Problem: Wie fange ich an? Dieses Buch aus dem Kosmos-Verlag will dem Anfänger bei seinen ersten Schritten helfen. In kurzen, leicht verständlichen Kapiteln führen die Verfasser den Astronomieneuling in die Wunderwelt der Sterne ein. Insbesondere weisen sie immer wieder darauf hin, was man mit kleinen Teleskopen tatsächlich sehen kann. Die farbenprächtigen Astroaufnahmen, die heute in den Medien und im Internet kursieren, sind nämlich meist mit Weltraumteleskopen oder den großen Profifernrohren aufgenommen worden. Oft ist die Enttäuschung dann groß, wenn der Orionnebel im eigenen Fernrohr anstatt in kräftigem Rot, nur als blassgraues Wölkchen zu sehen ist.

Doch am Anfang steht etwas Theorie. Übersichtlich werden die Beobachtungsgeräte auf der Erde und im Weltraum beschrieben. Astronomen erforschen heute das Universum in vielen Wellenlängenbereichen, von denen die meisten dem menschlichen Auge nicht zugänglich sind. Manche Strahlung kann auch nur im Weltraum empfangen werden. Und Raumsonden erkunden inzwischen die Objekte des Sonnensystems aus nächster Nähe.

Offensichtlich haben Verlag und Autoren bis zuletzt an dem Buch gearbeitet. Die einzelnen Abbildungen und Kapitel, insbesondere das über die Erforschung der Planeten, sind hochaktuell. Die Qualität der größeren Abbildungen und Grafiken ist ausgezeichnet. Manches Bild hätte ich mir allerdings größer gewünscht. So dürfte es dem unerfahrenen Leser sehr schwer fallen, den Cepheiden in der Abbildung auf S. 18 zu erkennen. Ein größerer Bildmaßstab und ein Pfeil, der auf den Stern weist, wäre hier besser gewesen.

Astronomie ist oft auch ein einsames Hobby, wenn man in kalten Nächten stundenlang allein hinter seinem Fernrohr sitzt. Dennoch ist Erfahrungsaustausch wichtig. Deshalb widmet sich das Schlusskapitel der Welt der Amateurastronomen. Der Leser erfährt, wo er sich im Internet mit Gleichgesinnten austauschen kann. Ebenso erhält er praktische Tipps für den Kauf eines Fernrohrs oder Feldstechers.

Zum Schluss runden Listen der Amateursternwarten und Planetarien im deutschsprachigen Raum, Internetlinks sowie ein kurzes Händlerverzeichnis den positiven Eindruck des Buchs ab. Es erklärt zwar nicht alles, was ein angehender Hobbyastronom wissen will. Die guten Beschreibungen und vielfältigen Hinweise bieten aber eine solide Basis, um von dem vielleicht schönsten Hobby für immer gefesselt zu werden.

>> Hans Zekl

Alle rezensierten Bücher können Sie bei wissenschaft-online.de bestellen

Internet: www.science-shop.de
per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841
per Fax: 06221 9126-869

ANZEIGE

TV-PROGRAMM

Freitag, 20. Mai

Alpha-Forum:
Ernst Messerschmid
Astronaut und Physiker
Bayern alpha, 20.15 bis 21.00 Uhr
Wdh. am 23.5. um 13.00 und am 24.5. um 23.45 Uhr

Mitternachtsmagazin Special:
Abenteuer im Weltraum
1. Das seltenste Objekt, das vom Himmel fiel / Dr. Andrej Iwanow über einen Meteoriten namens Kaidun
2. Raumfahrt als inneres Erlebnis / Generalleutnant Pugatschow bei einer Stromsperre in Baikonur
3. Der große Verhau – eine Zukunftsfantasie im dritten Jahrtausend
4. Der Mond ist aufgegangen / Dr. Joseph Vogl über unseren ständigen Begleiter
5. Der kalte Kosmos, an den Hitler glaubte / Hörbigers Welt-Eis-Theorie
6. Willi Tobler und der Untergang der 6. Flotte – ein Sciencefictionfilm
VOX, ab 0.10 Uhr

Samstag, 21. Mai

VOX / BBC

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik:
(4/13) Johannes Kepler – Die Bahnen der Planeten: Ein halbes Jahrhundert nach Kopernikus gelang es Johannes Kepler anhand der Beobachtungen des Dänen Tycho Brahe, ein genaues Bild unseres Sonnensystems zu zeichnen. Er konnte beweisen, dass eine von der Sonne ausgehende Kraft die Planeten führt.
(6/13) Isaac Newton und die Gravitation: Seine drei bekannten Gesetze bilden die Grundlage der physikalischen Mechanik. Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts galten sie als unumstößlich. Auch heute noch zählt Isaac Newton (im Bild unten links, gespielt von Daniel Gosling) zu den bedeutendsten Wissenschaftlern der Menschheit. Er gilt nicht nur als Begründer der klassischen theoretischen Physik, sondern formulierte auch die Grundprinzipien der Akustik und Aerodynamik
SWR, ab 7.15 Uhr

Sonntag, 22. Mai

Urknall, Sterne, Schwarze Löcher
Was geschah wirklich beim Big Bang? Wie genau entstehen Galaxien und Sterne – und wie sterben sie?
Discovery Channel, 23.30 Uhr
Wdh. am 23.5. um 7.30 Uhr

Mittwoch, 25. Mai

Best of Weltreisen:
Sonne, Salz und Sterne – Die Hochebene der Anden
Die Sonne brennt. Es weht ein eisiger Wind auf knapp 4000 Meter Höhe in den Anden Chiles. Hier sind die Nächte klar und staubfrei – ein Mekka für Astronomen, die mit den riesigen Teleskopen der Europäischen Südsternwarte auf dem Cerro Paranal den Ursprung des Universums verstehen wollen
N3, 13.00 Uhr

Mittwoch, 1. Juni

Kalter Krieg im All
Dokumentation, Deutschland
Im Kalten Krieg steckte hinter den meisten Raumfahrterfolgen das Militär. Der Raketeningenieur Sergej Chruschtschow, Sohn des ehemaligen sowjetischen Staatschefs, ist heute Professor in den USA. Er berichtet in dieser Dokumentation über die Pläne seines Vaters. Auch die Arbeit des streng geheimen amerikanischen »National Reconnaissance Office« wird unter die Lupe genommen
ARTE, 20.45 Uhr
Wdh. am 3.6. um 16.50 Uhr

Mittwoch, 8. Juni

Ufos, Lügen und der Kalte Krieg
Hochrangige Militärs waren sich in den 1950er Jahren sicher, dass Ufos real sind. Viele hielten sie für sowjetische Geheimwaffen. Wie ging man in den USA mit diesem Verdacht um?
ARTE, 20.45 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

EVENTS

Sternwarte Pfaffenwald, Stuttgart
Die Universität Stuttgart bietet im Sommersemester 2005 im Rahmen des Studium Generale an der Sternwarte Pfaffenwald öffentliche Vorträge zu Astronomie und Raumfahrt an:
1.6.: Stellare Objekte – Von Weißen Zwergen und Schwarzen Löchern
8.6.: Dunkle Energie – ein kosmisches Rätsel. Mit Prof. Dr. Christof Wetterich vom Institut für Theoretische Physik in Heidelberg
15.6.: Wirbel um Staub – im Universum und im Labor. Es spricht Prof. Dr. Uwe Schumacher vom Institut für Plasmaforschung an der Universität Stuttgart.
Beginn jeweils um 19.30 Uhr im Hörsaal V31.01, Universitätsbereich Vaihingen, Pfaffenwaldring 65, D-70569 Stuttgart, Tel.: 0711 6852034 (mittwochs ab 18 Uhr), E-Mail: astro.ak@web.de, Internet: www.uni-stuttgart.de/sternwarte

Wiener AG für Astronomie
4.6.: Praxisworkshop »Computerplanetarien«. Schwerpunkt: Starry Night. 15 Uhr, Raiffeisen-Volkssternwarte, Mariazell.
19.6.: Seminar »Besser beobachten – die Sonne«. 15 Uhr, Hotel Sofienalpe, Wien.
Info und Anmeldung: Wiener Arbeitsgemeinschaft für Astronomie, Tel.: 0043 664 2561221, Internet: www.waa.at

19.–22.6.: The Society of Amateur Radio Astronomers Sara-2005 Conference. Im National Radio Astronomy Observatory, Green Bank, West Virginia, USA. Info: Tom Crowley, Tel.: +1 404 2336886, E-Mail:

crowleytj@hotmail.com, Internet: http://campus.pari.edu/sara/gbk2005/

24.7.–13.8.: International Astronomical Youth Camp (IAYC) 2005 in Závadka nad Hronom, Slowakei. Zeltlager für junge Hobbyastronomen zwischen 16 und 24 Jahren. Arbeitsgruppen, gemeinsames Beobachten und Exkursionen. Info und Anmeldung: Jörg Dietrich, Netzestr. 6, D-53127 Bonn, Tel.: 0228 9024181
E-Mail: info@iayc.org

30.7.–13.8.: Astronomisches Sommerlager ASL-2005 in der Jugendherberge Klingenthal (Vogtland) für 14- bis 24-Jährige. Arbeitsgruppen, Vorträge, Tagesexkursionen und Beobachtungen. Ausrichter ist Vega, die Jugendorganisation der VdS. Kosten: 330 Euro. Anmeldung: Vega e. V., Susanne M. Hoffmann, Archenhold Sternwarte, Alt-Treptow 1, D-12435 Berlin, Tel.: 0331 9791033, E-Mail: sanne@vega-astro.de, Internet: www.vega-astro.de

Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die Juli/August-Ausgabe schicken Sie bis zum 25. Mai 2005 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

KLEINANZEIGEN

ANZEIGE

ANZEIGE

ANZEIGE

PREISRÄTSEL

Noch läuft das große Einstein-Rätsel mit 200 Preisen!

1. Preis: Meade ETX-105 Astroscope UHTC-vergütet. Mit 1470 Millimeter Brennweite (f/14), motorisiertem Antrieb, AutoStar-Steuerung und Zubehör, Wert 995,– €.

2. – 20. Preis: Spektrum-Sweatshirt-Jacke, Baumwolle, dunkelblau, Größe XL mit Aufdruck des Spektrum-Logos in weiß, im Wert von 50,– €.

21. – 30. Preis: Standfigur »Einstein« Karton, schwarz-weiß, Maße 160 mal 55 Zentimeter, Wert 34,50 €.

31. – 200. Preis: Online-Abos, Bücher (z. B. Einstein-Biografien), Uhren u. v. m.)

Lösung des Preisrätsels im April-Heft:

1.	D	Y	N	A	M	O									
2.			M	U	S	C	I	D	A						
3.	F	R	Ü	H	L	I	N	G	S	D	R	E	I	E	C	K
4.	H	Y	B	R	I	D	F	I	N	S	T	E	R	N	I	S
5.			S	T	R	A	T	O	S	P	H	Ä	R	E		
6.			K	R	Y	O	V	U	L	K	A	N				
7.			M	A	G	N	E	T	A	R						

LÖSUNG:
Aureole: auch »Hof«, besonders beim Mond

Gewinner des Preisrätsels: 1. Klaus Teutenberg, Lindlar (Celestron-PowerSeeker-Linsenteleskop) 2. Ute Nowosad (»Das Ticken des Kosmos«) 3. – 5. Anna-Lisa Volgger, Imst; Matthias Kriegeskorte, Hagen; Martha Vieten, Moosburg (drehbare Sternkarten)

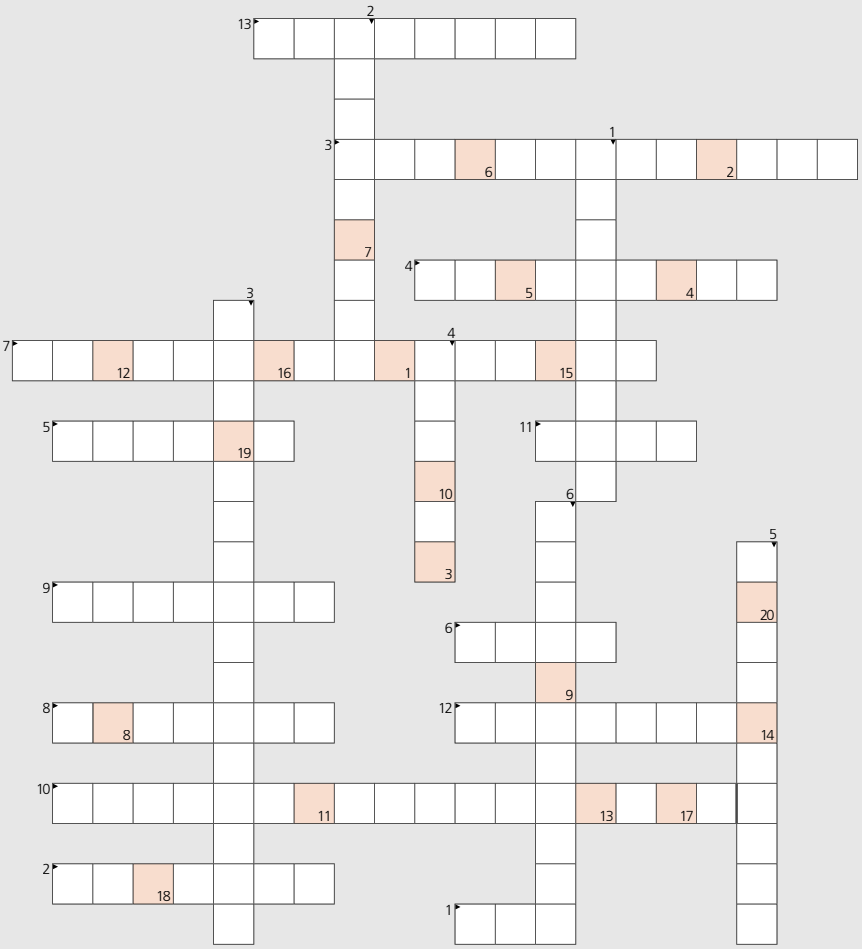
Senkrecht

1) 1933 emigriert Einstein in die USA und erhält eine Anstellung an der Universität …
2) 1939 schreibt Einstein einen Brief über die Entwicklung der Atombombe an Präsident …
3) Eine der Kernaussagen der Speziellen Relativitätstheorie lautet: »Es gibt keine …«
4) 1952 lehnte Einstein es ab, Staatspräsident von … zu werden.
5) Einstein ernährte sich ausschließlich als …
6) Direkter Nachbar des chemischen Elements Californium mit aufsteigender Ordnungszahl

Waagerecht

1) Einstein wurde 1879 geboren in …
2) Seine erste Ehefrau Mileva Maric, die Einstein 1902 heiratete, stammte aus …
3) Einsteins jüngerer Sohn Eduard erkrankte schon früh an der Geisteskrankheit …
4) Seine erste Anstellung fand Einstein in Bern, und zwar im …
5) 1914 wird Einstein Professor am neu gegründeten Kaiser-Wilhelm-Institut in …
6) 1919 heiratet Einstein seine Kusine …
7) 1921 erhält Einstein den Nobelpreis für Physik für seine Forschungen zum … Effekt
8) Seit 1884 spielte Einstein begeistert …
9) Obwohl ihn das nationalsozialistische Regime 1934 offiziell ausbürgerte, war er schon seit 1901 Staatsbürger der …
10) 1905 erschien seine Dissertation »Eine neue Bestimmung der …«
11) Im Rahmen seiner zweiten Amerikareise wurde Einstein 1931 Ehrenhäuptling des Indianerstamms der …
12) Ein berühmtes Zitat von Einstein lautet: »Gott … nicht.«
13) Die Einstein-Rosen-Brücke ist umgangssprachlich auch bekannt als …

ANZEIGE



Bitte schicken Sie das rot umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE Einstein-Quiz, Juni-Ausgabe, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. **Einsendeschluss ist der 31.7.2005.** Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der Oktober-Ausgabe, im Handel ab Donnerstag, dem 15. September 2005 erhältlich.

Private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise für Kleinanzeigen:

Anzahl Zeilen	privat	gewerblich
bis zu drei Zeilen	22,– €	32,– €
jede weitere Zeile	5,– €	5,50 €

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,– €. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Abonnementrechnung oder dem Adressträgerblatt. Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer der jeweiligen Print-Ausgabe.

Bitte senden Sie Ihre Kleinanzeige an: Spektrum der Wissenschaft, Redaktion ASTRONOMIE HEUTE, Slevogtstr. 3–5, D-69126 Heidelberg, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de

Der Einsendeschluss ist sechs Wochen vor Erscheinen des Hefts.

VORSCHAU

Interessante Zeiten für Tempel-1

Am 4. Juli wird der Komet bombardiert. Doch wie tief wird der »Deep Impact« werden? Richten Sie Ihr Fernrohr aus!

NASA / JPL / UMD / PAT RAWLINGS

Magische Meteore

Die »Perseiden« sind der bekannteste Sternschnuppenstrom. Mitte August ist es wieder soweit

JIMMY WESTLAKE

STEFAN SEIP

Ein Teleskop fürs Handgepäck

Verpackt ein David – aufgestellt ein Goliath: der »Reise-Dobson« von Hofheim Instruments im Testreport

15 Jahre Hubble

Aus Anlass dieses Jubiläums schenkt Ihnen ASTRONOMIE HEUTE eine DVD mit Beiträgen zu den wichtigsten Stationen des Weltraumteleskops

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker, Stephan Fichtner, Dr. Frank Schubert, Dr. Joachim Schüring
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove
Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Redaktionsassistenz: Eva Kahlmann, Ursula Wessels
Redaktionsanschrift: Postfach 104840, D-69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-711, Fax: 06221 9126-729
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 104840, D-69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, D-69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Mitarbeit in diesem Heft: Clemens Bayer, Corinna Karow, Carolin Konermann, Stephen Koszudowski, Dagny Lüdemann, Dr. Monika Maintz, Dr. Rainer Riemann, Sven Titz, Dr. Hans Zekl
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: marketing@spektrum.com
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Leser-Service: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: marketing@spektrum.com
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o Zenit Pressevertrieb GmbH, Julius-Hölder-Straße 47, 70597 Stuttgart-Degerloch, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 227 067 08, Postbank Stuttgart (BLZ 600 700 70). Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, D-63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 3 vom 1. November 2004.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, D-38104 Braunschweig

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2005 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728
www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope, Sky Publishing Corporation,
49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA
President/Publisher: Susan B. Lit
Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D.
Marketing Director: Marcy L. McCreary

Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.